



Konstrukce zařízení na přípravu pramene

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T010 – Konstrukce strojů a zařízení
Autor práce: **Bc. Tomáš Hadinec**
Vedoucí práce: Ing. Josef Skřivánek, Ph.D.





Design of the strand preparation device

Master thesis

Study programme: N2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2302T010 – Machines and Equipment Design
Author: **Bc. Tomáš Hadinec**
Supervisor: Ing. Josef Skřivánek, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Hadinec**

Osobní číslo: **S16000333**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Konstrukce strojů a zařízení**

Název tématu: **Konstrukce zařízení na přípravu pramene**

Zadávací katedra: **Katedra textilních a jednoúčelových strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Rešerše známých způsobů výroby pramene se zaměřením na využití těchto způsobů pro zpracování králíčí srsti.
2. Návrh technologie zpracování srsti do pramene.
3. Konstrukce zařízení pro realizaci přípravy pramene ze srsti.
4. Zpracování výrobní dokumentace navrženého zařízení.
5. Případné experimentální ověření vybraných technologických uzlů.

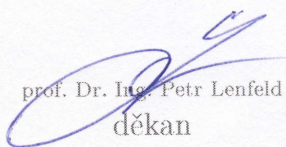


Rozsah grafických prací: **Výkres sestavy**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran formát A4**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

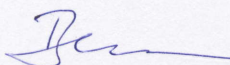
- [1] **PEŠÍK, Lubomír.** Části strojů: stručný přehled. Díl 2 / Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita, 2005. ISBN 80-7083-608-3;
- [2] **JULIŠ, K., BREPTA, R.:** Mechanika I. díl. Statika a kinematika. Technický průvodce 65. SNTL Praha 1986;
- [3] **BRÁT, V., ROSENBERG, J., JÁČ, V.:** Kinematika. SNTL/ALFA Praha 1987;
- [4] *Textilní a oděvní stroje I., II., VŠST, Liberec 1991, ISBN 80-7083-059;*
- [5] **SOUČEK, Milan:** Technologie přádelnictví 1. a 2., SNTL Praha 1981;
- [6] **Pospíšil a kol.:** Příručka textilního odborníka, SNTL Praha 1981

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Josef Skřivánek, Ph.D.**
Katedra textilních a jednoúčelových strojů

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2018**


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 18. ledna 2018

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 18.5. 2018

Podpis: Kardinier

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Josefu Skřivánkovi, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat mým konzultantům Doc. Ing. Martinu Bílkovi, Ph.D. a Ing. Jaroslavu Kopalovi, CSc. za jejich podporu a poskytnutí odborných rad při vedení diplomové práce. Dále děkuji celé katedře textilních a jednoúčelových strojů za cenné rady a poskytnutí prostředků na zhotovení této diplomové práce. V neposlední řadě děkuji mé rodině a přítelkyni za jejich velkou podporu a neskutečnou trpělivost v době celého studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem zařízení pro zpracování pramene z králíčích vláken. Důvodem vzniku této práce je řešení problematiky zásobování nového stroje pro výrobu klobouků králíčím pramenem. V rešeršní části diplomové práce byly popsány způsoby výroby pramene a zhodnocení jejich využití pro výrobu pramene z králíčích vláken. Na základě provedené rešerše byla navržena konstrukce zaoblovacího zařízení pro výrobu pramene, která byla pomocí zjednodušeného pokusu experimentálně ověřena. Navržená konstrukce je založena na vzájemném propojení rotačního a přímočarého vratného pohybu, jejichž pohony jsou zajištěny dvěma asynchronními motory. Pomocí programu Creo Parametric a Mechanism byl vytvořen model zařízení, který byl dále analyzován a k němuž byla zpracována výkresová dokumentace.

Klíčová slova:

Pramen, zaoblovací zařízení, klikový mechanismus, pohon, mykací stroj, zaoblování

Abstract

This diploma thesis deals with a constructional design of a device used for the processing of a strand made of rabbit hair. The aim of the thesis is to solve the problematics of a new device supplying used for the production of hats made of rabbit's strand. In a theoretical part of the thesis the ways of strands' production and the valorization of the use for the strands production were described. Based on the theoretical part, the construction of a rounding device for the slivers was designed and suddenly experimentally verified by a simplified test. The designed construction is based on the connection of linear motion, whose propulsion is provided by the two asynchronous motors. The model of the device was created by means of Creo Parametric and Mechanism program. Consequently, the model of the device was analyzed and the design documentation was created.

Key words:

Strand, rounding device, crank mechanism, propulsion, carding machine, rounding

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
Úvod	11
1 Výroba kloboučnických polotovarů	12
1.1 Materiály využívané pro výrobu klobouků	12
1.1.1 Ovčí vlna	12
1.1.2 Králíčí a zaječí srst	13
1.2 Příprava vláknenné suroviny [2]	14
1.3 Plástění	14
1.4 Plstění a valchování	15
2 Tvorba plástu pomocí pneumatvořiče	16
2.1 Předpoklady pro zavedení technologie	16
2.2 Princip tvorby plástu pomocí pneumatvořiče	16
2.3 Zajištění dodávky materiálu do pneumatvořiče	16
2.4 Srovnání vybraných způsobů výroby plástu	17
3 Výroba pramene	18
3.1 Mykání	19
3.1.1 Víčkový mykací stroj	20
3.1.2 Válcový mykací stroj	21
3.1.3 Povlaky mykacích strojů [9] [13]	22
3.1.4 Poloha mykacích povlaků [9]	24
3.1.5 Snímací ústrojí (sčesávání pavučiny)	25
3.1.6 Odváděcí ústrojí [14]	27
3.1.7 Kvalita mykání	27
3.2 Výroba přástu	28
3.3 Zhodnocení technologií tvorby pramene pro zpracování králíčí srsti	29
4 Návrh základních zařízení pro zpracování králíčího pramene	30
4.1 Návrh technologického procesu	30
4.1.1 Vstupní parametry	31
4.1.2 Technologický postup shrnovacího zařízení	31
4.1.3 Návrh technologického procesu zaoblování	32

4.2	Návrh zaoblovacího zařízení	34
5	Konstrukce zaoblovacího zařízení	35
5.1	Konstrukce zaoblovacího uzle	36
5.2	Zajištění rotačního pohybu (převodový uzel)	37
5.2.1	Výpočet otáček zaoblovacích válců	37
5.2.2	Konstrukce převodového uzle	38
5.2.3	Návrh pohonu pro rotační pohyb zaoblovacích pásů	39
5.3	Klikový mechanismus	41
5.3.1	Kinematika klikového mechanismu	41
5.3.2	Dynamika klikového mechanismu	44
5.3.3	Konstrukce klikového mechanismu	49
	Volba pohonu zajišťující přímočarý vratný pohyb.....	53
5.4	Rám zaoblovacího zařízení	54
6	Zhodnocení zaoblovacího zařízení a koncepce řešení technologické linky pro výrobu pramene.....	55
6.1	Zhodnocení.....	55
6.2	Koncepce technologické linky	55
7	Závěr	57
8	Zdroje.....	58
	Seznam příloh	60

Seznam použitých zkratek

Symbol	Popis	Jednotky
v_m	Odtahová rychlost mykacího stroje	$mm \cdot s^{-1}$
R	Poloměr zaoblovacího válce	mm
n_2	Otáčky zaoblovacích válců	ot/min
ω	Úhlová rychlost	$rad \cdot s^{-1}$
M_R	Rozběhový moment	Nm
M_{zr}	Moment na zrychlení rotačních hmot	Nm
J_{red}	Redukovaný moment setrvačnosti	$kg \cdot m^2$
ε_1	Úhlové zrychlení zaoblovacích pásů	$rad \cdot s^{-2}$
ω_1	Úhlová rychlost hnacího hřídele motoru	$rad \cdot s^{-1}$
t	Čas rozběhu zaoblovacích pásů	s
i	Převodový poměr	—
n_1	Otáčky hnacího hřídele motoru	ot/min
r_1	Poloměr hnací řemenice	mm
r_2	Poloměr hnané řemenice	mm
$J_{\dot{r}}$	Moment setrvačnosti řemenice	$kg \cdot m^2$
J_{hc}	Moment setrvačnosti hnací hřídele zaoblovacích válců	$kg \cdot m^2$
J_{hnd}	Moment setrvačnosti dolní hnané hřídele zaoblovacích válců	$kg \cdot m^2$
J_{hnh}	Moment setrvačnosti horních hnaných hřídelů zaoblovacích válců	$kg \cdot m^2$
J_A	Moment setrvačnosti pohonu	$kg \cdot m^2$
ω_2	Úhlová rychlost řemenice zaoblovacích válců	$rad \cdot s^{-1}$
η_1	Účinnost řemenového převodu	—
r	Poloměr kliky	mm
$s(\varphi)$	Poloha křížáku	mm
l	Délka ojnice	mm
φ	Úhlové natočení kliky	rad

ω_k	Úhlová rychlost kliky	$rad \cdot s^{-1}$
μ_{24}	První převodová funkce	—
ν_{24}	Druhá převodová funkce	—
$\dot{\varphi}$	Úhlová rychlost kliky	$rad \cdot s^{-1}$
$\ddot{\varphi}$	Úhlové zrychlení kliky	$rad \cdot s^{-2}$
ν_k	Rychlost zaoblovacích válců (křížáku)	$m \cdot s^{-1}$
a_k	Zrychlení zaoblovacích válců (křížáku)	$m \cdot s^{-2}$
F_s	Setrvačná síla od posuvných hmot křížáku	N
F_c	Setrvačná síla od rotujících hmot	N
F_N	Síla kolmá na pohyb křížáku	N
β	Úhlové natočení ojnice	rad
F_t	Tečná síla působící na klikový čep	N
F_r	Radiální síla působící na klikový čep	N
F_{o1}	Síla přenášená ojnící	N
M_k	Točivý moment dvouklikového mechanismu	Nm
$F_{\check{R}}$	Obvodová síla řemenice	N
R_{Ax}, R_{Ay}	Reakce v bodě A	N
R_{Bx}, R_{By}	Reakce v bodě B	N
L_{10h}	Základní trvanlivost ložisek	h
G	Gravitační síla	N
$HÚ$	Horní úvrat'	—
$DÚ$	Dolní úvrat'	—

Úvod

Snaha o vývoj a zefektivnění výroby klobouků firmy Tonak a. s. v Novém Jičíně vedl k novému způsobu výroby plástu pomocí pneumatoviče, který byl vyvinut týmem odborníků na Katedře textilních a jednoúčelových strojů. Tento způsob výroby klobouků s sebou přináší potřebu zajistit zásobování definované dodávky materiálů do pneumatoviče ve formě pramene. Tato možnost výroby tvoří převratný návrh výroby plástu¹, který je však do velké míry závislý na zásobě materiálu ve formě pramene z králíčích vláken.

Pramen je délková textilie složená ze spřádatelných vláken, jež jsou vzájemně spojena přirozenou soudružností. Tvorba pramene z vlákenných materiálů je nedílnou součástí textilního průmyslu. V dnešní době je především uplatňována výroba pramene vlnářského nebo bavlnářského typu.

Cílem této diplomové práce je vytvořit zařízení pro výrobu pramene z králíčí srsti, což je technologie, která doposud nebyla ve světě řešena. Vývoj zařízení a samotné technologie způsobu zpracování králíčí srsti do formy pramene je nyní v prvopočátku, tudíž se jedná o koncepci funkčního modelu takového zařízení.

Úvodní část diplomové práce se zabývá poznatky o tvorbě kloboučnických polotovarů a jejich materiálu (kap. 1). Dále je shrnuta nová technologie tvorby plástu pomocí pneumatoviče (kap. 2). Závěrem této kapitoly je porovnání starého způsobu výroby plástu s novým.

V následující části (kap. 3) je pozornost věnována známým způsobům výroby pramene s využitím víčkových a válcových mykacích strojů. Konec kapitoly slouží pro zhodnocení těchto způsobů pro výrobu pramene z králíčí srsti.

Praktická část se zabývá návrhem technologického postupu výroby pramene z králíčích vláken (kap. 4). Dále se zabývá konstrukčním řešením zaoblovacího zařízení, včetně potřebných výpočtů a volby motoru (kap. 5). Nakonec jsou jednotlivá zařízení použita pro výrobu pramene sestavena do jedné konstrukční linky (kap. 6).

¹ Plást = Kloboučnický polotovar

1 Výroba kloboučnických polotovarů

K nejvýznamnějším výrobcům pokrývek hlav v České republice patří firma Tonak a. s. se sídlem v Novém Jičíně. Její počátky výroby sahají až do roku 1799. V Současné době společnost vyváží výrobky do celého světa. [1]

Postup výroby klobouků a jejich polotovarů je velice náročný a zdlouhavý proces, který se skládá z velkého počtu dílčích operací. Velká část těchto dílčích operací se pro svoji složitost a důraz na pečlivost a kvalitu provádí i v dnešní době plně automatizace a moderních strojů stále ručně. [2]

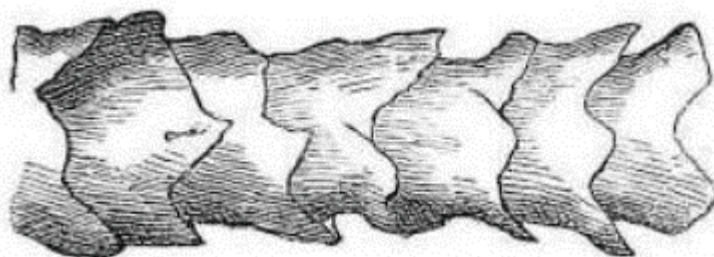
Informace o výrobě klobouků a použitém materiálu pro jejich výrobu jsou popsány v následujících kapitolách.

1.1 Materiály využívané pro výrobu klobouků

Pro výrobu klobouků se využívají přírodní vlákna, tzv. keratin. Nejčastěji se jedná o vlákna z králíčí a zaječí srsti nebo ovčí vlny. Klobouky firmy Tonak a. s. jsou převážně vyráběny ze srsti králíků.

1.1.1 Ovčí vlna

K velice významným textilním vláknům živočišného původu patří ovčí vlna. Vlna se získává ve formě rouna z různých plemen ovcí. Jakost rouna je v každé části jiná. Nej kvalitnější vlna se nachází na lopatkách a bocích ovce, méně kvalitní na hřbetu ovce. Rouno obsahuje dva typy vláken: krátké a jemné (podsada) a delší a hrubší (pesíky). Délka vláken (obr. 1) se může pohybovat v rozmezí 50 až 400 mm, tloušťka se pak pohybuje okolo 6 až 120 μm . [2], [3]



Obr. 1 – Detailní nákres ovčího vlákna [4]

Pevnost vlněných vláken je nižší než pevnost vláken rostlinných, ale tažnost je vysoká a za mokra je dále zvyšována. Vlněná vlákna se mohou za mokra prodloužit až o polovinu své délky. Vlněná vlákna se také vyznačují výbornou pružností a velmi dobře se tvarují. [2] Vlna je schopna přijímat velmi snadno vlhkost. Dokáže přijmout 30 – 40 % vlhkosti, aniž by byla na omak mokrá. [2]

Nejen pro vlnu, ale také pro většinu vláken ze srsti zvířat, je charakteristickou vlastností plstivost, ovlivněná stavbou vláken. Vlněné vlákno je tvořeno šupinkami, které do sebe zaklesnou při vzájemném pohybu. Díky tomu se vlákna spojí tak, že utvoří souvislou vrstvu, takzvanou plst. [2]

Vlněná vlákna mají vynikající tepelně izolační vlastnosti, avšak tepelná odolnost je nižší než u rostlinných vláken.

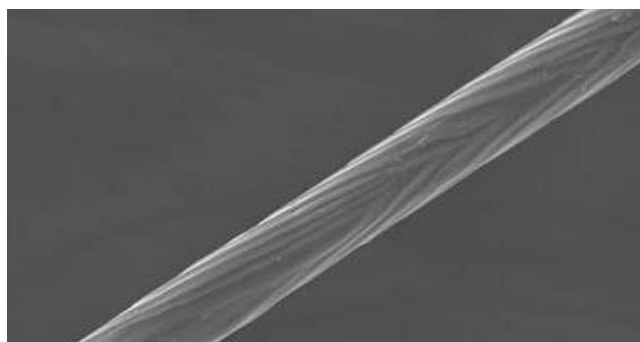
Vlna je odolná proti působení kyselin, ovšem má velice malou odolnost proti působení zásad. Působí-li na vlnu silnější kyseliny, začne bobtnat, a poté hydrolyzovat. Bělení vlny je zajištěno pomocí určitých redukčních činidel. Důležité je působení chloru, který se za určitých podmínek na vláknech absorbuje, a vlákna pak mají drsný omak, díky čemuž se zvyšuje afinita k barvivům, ale výrazně potlačuje schopnost zplstění vlny. Hodnota pH 4,9 je tzv. izoelektrický bod, při němž je vlna nejodolnější. [6]

1.1.2 Králíčí a zaječí srst

Srst ze zajíce či králíka je využívána převážně pro výrobu kloboukové plsti, protože mají výborné tepelně izolační vlastnosti díky vzduchovým kapsám, jež jsou obsaženy uvnitř vláken. [6] Pro výrobu kloboukového polotovaru se využívají jemné pesíky, které se oddělují vzduchem od hrubší podsady. Králíčí vlákna (obr. 2) jsou oproti vlněným vláknům podstatně kratší, nemají zkadeření, jsou velmi lehká a jejich povrch je hladký. Tato vlákna z důvodu mastného povrchu odpuzují vlhkost. Pro plstění je králíčí vlákno nevhodné, protože na povrchu nejsou šupinky, které by do sebe zapadaly. Proto se musí vlákna chemicky ošetřit valchovací lázní. [4]

Králík Angorský je často chován právě pro jeho srst. Růst jeho srsti je až dvakrát rychlejší než u jiných králíků. Z jednoho králíka je ročně produkováno zhruba 1,5 kg

vláken. Vlákná jsou velmi měkká na dotek s průměrem 14 – 16 μm . Prémiová vlákna se nacházejí na hřbetu králíka. [2]



Obr. 2 – Detailní snímek králíčího vlákna [4]

1.2 Příprava vlákenné suroviny [2]

Na začátku jsou neroztříděné králíčí kožky, které je nutné nejprve roztřídit podle druhu, váhy a barvy. Následuje moření kožek a odřezání nepotřebné části kožky, kdy je také odstraněn přebytečný tuk.

Řezací stroj odděluje samostatnou srst od kůže a „chuchvalce“ chlupů se ve velkých bubnových pračkách přepírají. Po vyprání je čistá srst uložena do přepravek, kde se nechají určitou dobu odležet.

Po odležení následuje operace foukání. Foukací stroj pomocí vzduchu odděluje nečistoty a dlouhé pesíky. Výstupem jsou očištěná měkká králíčí vlákna.

1.3 Plástění

Rozvolněná připravená klobouková hmota se rovnoměrně vhání do plástíciho stroje, kde dopadá na velký otáčející se perforovaný zvon, který má různou velikost podle tvaru klobouku. Rovnoměrné rozmístění vláken je zajišťováno odsáváním vzduchu z pod zvonu – vzniká podtlak. Takto nanesená hmota se poleje horkou vodou, díky čemuž se vlákna vzájemně prováží a vzniklý plášť je možno sejmut (obr. 3). [7]

Stávající metoda je velice pracná. Je reálným předpokladem, že se současnou technologií plástění vlněných klobouků podaří nahradit plástem tvoření pomocí



Obr. 3 – Sundávání hotového plástu [7]

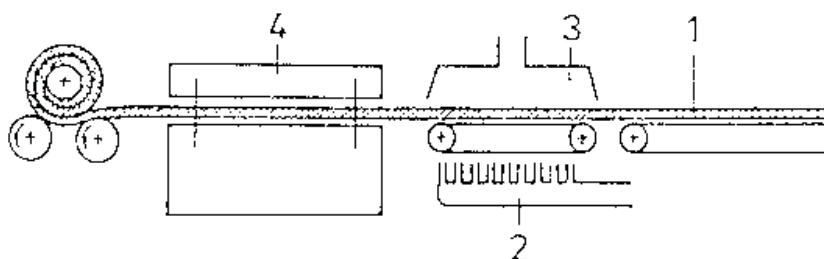
pneumotvořiče, který by byl zásoben vlákněným materiálem ve formě pramene. Tomuto novému způsobu tvorby se věnuje kapitola 2.

1.4 Plstění a valchování

Pro výrobu pomocí plstění jsou využívána vlákna živočišného původu, tzv. keratinová, především pro jejich vlastnosti, mezi které patří kadeřavost, tažnost a zotavovací schopnost.

Při valchování působí na materiál teplo, vlhko a mechanické namáhání, ale také kyselé, zásadité nebo neutrální chemikálie. Díky valchování dochází k zintenzivnění plstěcího procesu. Jednotlivé chlupy se mezi sebou ještě více proplétají a posunují, díky čemuž se plst zahušťuje a rozměrově zmenšuje až na požadovanou míru. [2], [4], [8]

Schéma valchovacího stroje je na obr. 4. Valchování je velice důležitá operace. Určuje se při ní velikost a tvar budoucího klobouku a je zde nutná nepřetržitá kontrola tvaru kloboučnického polotovaru a jeho silných a slabých míst [2].



(1 – přívod vlákna, 2 – přívod páry, 3 – odsátí páry, 4 – desky pro plstění)

Obr. 4 – Schéma valchovacího stroje [8]

V této kapitole byla stručně shrnuta výroba kloboučnických polotovarů, která je velmi složitá a rozsáhlá. V následující kapitole je pozornost věnována novému způsobu výroby klobouků.

2 Tvorba plástu pomocí pneumatvořiče

Kapitola se věnuje krátkému popsání nové technologie pro výrobu plástu pomocí tzv. pneumatvořiče. Technologie byla vyvinuta na Katedře textilních a jednoúčelových strojů. V úvodu jsou popsány předpoklady pro zavedení této technologie, poté princip tvorby plástu a problematika v jeho zásobování a nakonec krátké zhodnocení vybraných způsobů tvorby plástu.

2.1 Předpoklady pro zavedení technologie

Základními předpoklady pro zavedení pneumatvořiče jsou:

1. Výroba rovnoměrného plástu a snížení počtu ručních oprav plástu.
2. Vytvoření různě hmotné vrstvy na povrchu plástu, která se může lišit až o třetinu.
3. Díky pneumatvořiči se jeví možnost vyrábět plást jako sendvič, který se skládá ze tří vrstev, kde střední část je tvořena levnějšími vlněnými vlákny. Tímto způsobem tvorby plástu by se ušetřily nemalé finanční prostředky.

2.2 Princip tvorby plástu pomocí pneumatvořiče

Na otáčející se perforovaný odsávající zvon se nanáší rozvolněná vlákna vycházející z pneumatvořiče jeho stoupáním ve šroubovici podél povrchu perforovaného zvonu. Nanášení se provádí v několika vrstvách pohybem pneumatvořiče. Šíře pavučiny vycházející z pneumatvořiče je 12 cm, přičemž s ohledem na kuželovitost zvonu je zásobování šířky pneumatvořiče rozděleno na dvě poloviny. Každá polovina má jinou dodávku materiálu, která však musí být definována pro každou část povrchu zvonu.

2.3 Zajištění dodávky materiálu do pneumatvořiče

Pneumatvořič je zásobován vlákenným materiálem ve formě pramene. V případě tvorby vlněných plástů se pro tvorbu pramene využívá známá technologie výroby vlněných mykaných přízí, která je podrobněji popsána v kapitole 3 – Výroba pramene. Technologie tvorby pramene z králíčních vláken nebyla doposud řešena a je hlavním tématem této diplomové práce.

2.4 Srovnání vybraných způsobů výroby plástu

V současné době se k výrobě kloboučnických polotovarů ve firmě TONAK a. s. využívá metody plástění (kapitola 1.3). To však neznamena, že by se u takto zvolené výroby jednalo o optimální řešení. Pro udržitelnost konkurence je zapotřebí neustálého zdokonalování výrobních procesů. Nový způsob výroby kloboučnických polotovarů přináší oproti stávajícímu způsobu řadu výhod. Nejvýznamnější výhodou je možnost řídit tloušťku nanášené vrstvy vlákenného materiálu, což byl v přechozím způsobu výroby značný problém.

Výhody:

- Možnost řízení nanášeného materiálu v různé tloušťce na různých místě.
- Výroba plástu formou sendviče skládajícího se ze tří vrstev.
- Možnost snadné regulace.

Nevýhody:

- Investice

3 Výroba pramene

Pramen je délková textilie složená ze spřádatelných vláken, jež jsou vzájemně spojena přirozenou soudružností. Pojem pramen se v praxi často doplňuje přívlastkem vystihujícím způsob jeho výroby, respektive jeho poslední technologický stupeň. Podle technologického stupně (obr. 5) rozeznáváme mykaný pramen, česaný pramen, konvertorový pramen. [9]

Cílem této kapitoly je popsat známé způsoby výroby pramene s jejich využitím pro zpracování králíčího vlákna.



Obr. 5 – Částečné schéma technologického postupu předení (vlastní)

3.1 Mykání

Proces mykání probíhá na mykacích strojích. Účelem mykání je vyrobit z vlákenného materiálu co nejstejněměnější pavučinu, respektive pramen. [10] Základní funkcí mykacího stroje je postupné rozvolňování vlákenného materiálu až na jednotlivá vlákna, odstranění nečistot a krátkých vláken. Při mykání dochází k urovnání vláken do podélného směru a jejich napřímění. Dále k promíchání vlákenného materiálu a tvorbě jemné pavučinky, ze které se po shrnutí vytvoří pramen. [11]

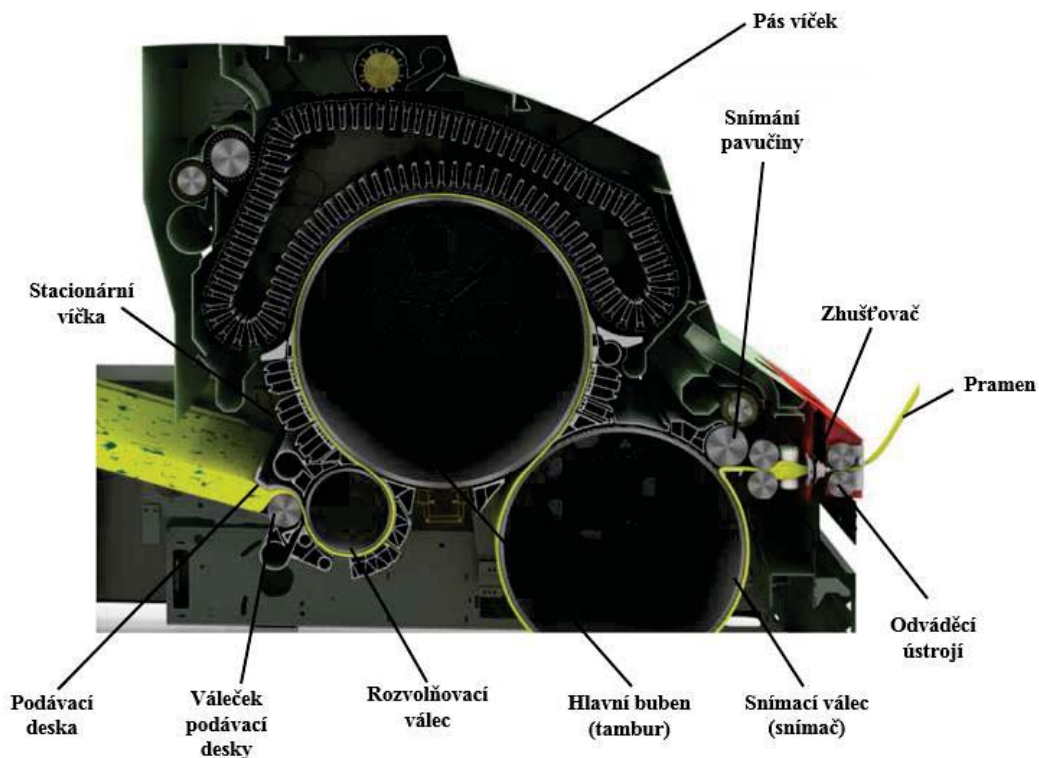
Pro určité vlákenné materiály se používají různé typy mykacích strojů, v zásadě rozlišujeme dva druhy strojů – víčkové a válcové mykací stroje, jejichž největší rozdíl je v systému hlavního uzlu mykání. Víčkové mykací stroje mají za hlavní uzel víčka a hlavní buben, a využívají se pro bavlnářské vlákenné materiály. Válcové mykací stroje mají válce a hlavní buben, a využívají se pro vlnářské vlákenné materiály. [11]



Obr. 6 – Víčkový mykací stroj [12]

3.1.1 Víčkový mykací stroj

Víčkový mykací stroj je určen především pro krátkovláknenné materiály bavlnářského typu. Schéma stroje je na obr. 7. [9]



Obr. 7 – Popis víčkového mykacího stroje firmy Rieter [13]

Tento mykací stroj se v dnešní době používá výhradně pro vložkovou dodávku. Vlákenný materiál je podáván podávacím ústrojím, kde jsou vlákna silně stlačena k rozvolňovacímu válci. Na válci dochází k uvolňování vložek vlákenného materiálu díky působení povlaku rychle se otáčejícího rozvolňovacího válce. Vzdálenost mezi rozvolňovacím válcem a podávacím ústrojím je dána druhem vlákenného materiálu, jeho jemností a staplovou délkou vláken. [9]

Rozvolňovací válec je potažen pilkovým povlakem. Vložky, které jsou uvolněné pomocí působení rozvolňovacího válce, mají malou hmotnost a jsou z nich vlivem odstředivé síly oddělovány nečistoty, jejichž hmotnost je vůči vlákennému materiálu značně vyšší. Tyto nečistoty propadají přes roštnice mimo mykací ústrojí. Dochází k vyloučení téměř všech větších nečistot. [9]

Díky vyšší obvodové rychlosti hlavního bubnu a vhodnému vzájemnému sklonu povlaku se vlákenný materiál dostává z rozvolňovacího válce na povrch hlavního bubnu.

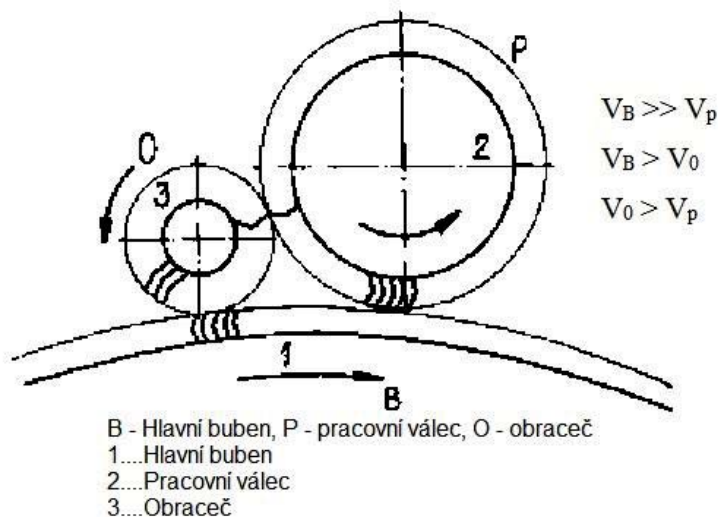
Buben dopravuje vlákenný materiál k víčkům. Mezi víčky a hlavním bubnem dochází k procesu mykání. Vlákna se ojednocují, narovnávají a zbavují se zbytků nečistot odsávacím zařízením.

Vlákenný materiál je poté částečně snímán snímacím válcem z povrchu hlavního bubnu. Vlivem nižší obvodové rychlosti snímacího válce se vlákna na jeho povrchu zhušťují do pavučiny. Ta je ze snímacího válce snímána válečkovým nebo hřebenovým snímacím ústrojím a je dále shrnuta do zhušťovače, kde se lisuje párem lisovacích válečků, a tím vzniká pramen. [9], [14], [15]

3.1.2 Válcový mykací stroj

Válcový mykací stroj je určen především pro mykání vlny a chemických vláken vlnařského typu. Používá se mykané, česané a poločesané technologie. Proces vlastního mykání u válcového mykacího stroje probíhá v podstatě mezi pracovními válci a hlavním bubnem. Hlavní pracovní uzly jsou na obr. 8. [14], [15]

Z rozboru hlavního pracovního uzlu vyplývá, že vzájemná poloha povlaků, jejich směr a vzájemný poměr obvodových rychlostí, určují polohu „na mykání“. Polohu mezi obracečem, pracovním válcem, hlavním válcem a obracečem nazýváme „snímání“. [9]



Obr. 8 – Schéma válcového mykacího stroje [9]

Rozdělení válcových mykacích strojů podle použití [14]:

1. Stroje pro česanou vlnu, ty jsou zpravidla dvoububnové a za snímačem shrnují pavučinu do pramene, který se ukládá do konve.

2. Stroje pro mykanou vlnu jsou dvoustrojové a třístrojové s přenosem rouna mechanicky od stroje ke stroji, za posledním strojem je řemínek rozdělovač, kterým se pavučina dělí na přásty.

Princip práce jednotlivých válcových mykacích strojů je úplně stejný. Stroje se liší pouze v detailech uspořádání některých prvků jako předmykadla a přenášecího válce. Jednotlivé stroje se liší také uspořádáním odváděcího ústrojí na odvádění pramene, přástu nebo pavučiny. [14]

Mykání je první operace, kde se sleduje hmotnost a stejnoměrnost přiváděné suroviny. Nakládací stroj dává materiál plynule na podávací ústrojí, které přivádí zpracovaný materiál k válcovému ústrojí. Toto ústrojí rovnoměrně dodává rozvolňovacímu válci po celé šířce vložky. Podávací i rozvolňovací válce mají pilkové povlaky, díky tomu se lépe drží vložky a bývá méně závad. Z rozvolňovacího válce přebírá vložky povlak hlavního bubnu. Hlavní buben se otáčí od podávacího ústrojí směrem vzhůru. Kolem horní poloviny obvodu jsou uloženy obraceče a pracovní válce. [14], [9]

U stroje pro česanou vlnu s dvěma hlavními bubny je použito tandemové uspořádání, kde se materiál přenáší z prvního hlavního bubnu pomocí přenášecího válce většího průměru na druhý hlavní buben. Mykací stroj se skládá z 8 nebo 10 mykacích míst. Za druhým hlavním bubnem je snímací válec. Za sčesávacím hřebenem se pavučina shrnuje pomocí zhušťovače do pramene. [14], [9]

3.1.3 Pvlaky mykacích strojů [9] [13]

Volba mykacích povlaků má značný vliv na výsledek spřádání. Mykací povlak je pás vyrobený z několikanásobné tkaniny, do něhož jsou zasazeny drátky.

- **Celokovové (pilkové) povlaky**

Používají se na hlavních mykacích částech, tj. na rozvolňovacím válci, hlavním bubnu a snímači. Celokovové hroty jsou vyráběny z vysoce kvalitních ocelových drátků a mají trojúhelníkový nebo lichoběžný průřez. Pro správnou činnost mykacích povlaků je důležitý sklon zubu, výška zubu a hustota. Tyto veličiny závisí na druhu vlákenného materiálu.

- **Drátkové povlaky**

Používají se především na víčka u víčkového mykacího stroje a na volantu u válcového mykacího stroje. Drátkové povlaky jsou vyráběny z vysoce kvalitních ocelových drátků, které jsou ze stran broušeny a leštěny, a jsou na ně kladeny vysoké nároky. Podklad povlaků tvoří tkanina se silnou gumovou vrstvou. Ta drží jednotlivé drátky pružným stiskem.

Výhodou drátkových povlaků je jejich pružnost a ohebnost. Díky těmto vlastnostem působí jemněji a lépe zasahují do vlákenného materiálu.

Nevýhodou je rychlé zanášení povlaků krátkými vlákny a nečistotami, díky čemuž se snižuje kvalita mykacího účinku. Drátky vyžadují častější čištění a broušení.

- **Povlaky polotuhé**

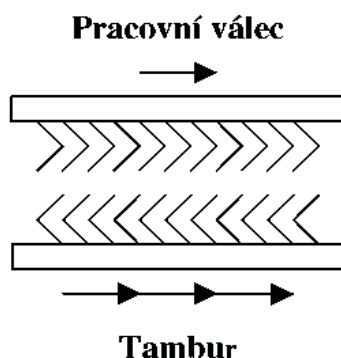
Používají se na nepohyblivá víčka pro mykání především chemický vláken bavlnářského typu. Povlak má souvislou vrstvu syntetického materiálu, ze které vyčnívají pouze technologicky účinné hroty. Polotuhé povlaky předchází poškození hrotu např. nečistotami a zároveň si zachovávají přednosti drátkových povlaků. Po dobu své životnosti nepotřebují téměř žádnou údržbu.

3.1.4 Poloha mykacích povlaků [9]

Obecně se můžeme setkat se třemi základními polohami mezi mykacími povlaky: na mykání, na snímání, na povyčesávání.

- **Na mykání**

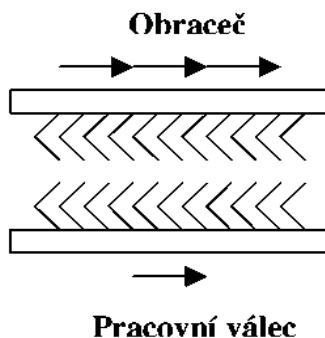
Na víčkovém mykacím stroji se poloha povlaků objevuje mezi povlaky hlavního válce a víček a také mezi povlaky hlavního válce a snímače. Na válcovém mykacím stroji se tato poloha nachází mezi povlaky hlavního válce a pracovního válce a také mezi povlaky hlavního válce a snímacího válce. Uvedená poloha umožňuje rozvlákňovat a současně přejímat části vláken snímačem.



Obr. 9 – Poloha na mykání [15]

- **Poloha na snímání (obr. 10)**

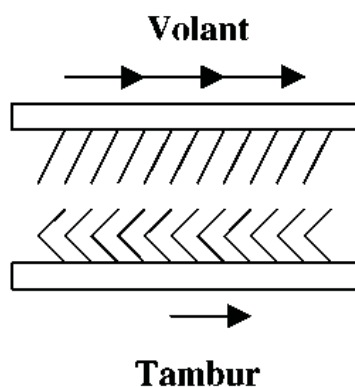
Na víčkovém mykacím stroji se snímací poloha nachází mezi povlaky rozvolňovacího válce a hlavního válce a také mezi povlaky snímacího válce a hřebenu. Na válcovém mykacím stroji se tato poloha nachází mezi povlaky obraceče a pracovního válce a mezi hlavním válcem a obracečem. Typické pro snímací polohu je, že vlákna jsou z jedné strany povlaku snímána a na druhém povlaku jsou vlákna zachycována.



Obr. 10 – Poloha na snímání [15]

- **Poloha na powyčesání**

Poloha na powyčesání nenastává na víčkovém mykacím stroji. Na válcovém mykacím stroji se powyčesávací poloha nachází mezi hlavním bubnem a volantem. Poloha je dána posuvem vláknenného materiálu působením obou povlaků na povrchu tamburu. Vláknenný materiál se připravuje na snímání snímacím válcem.

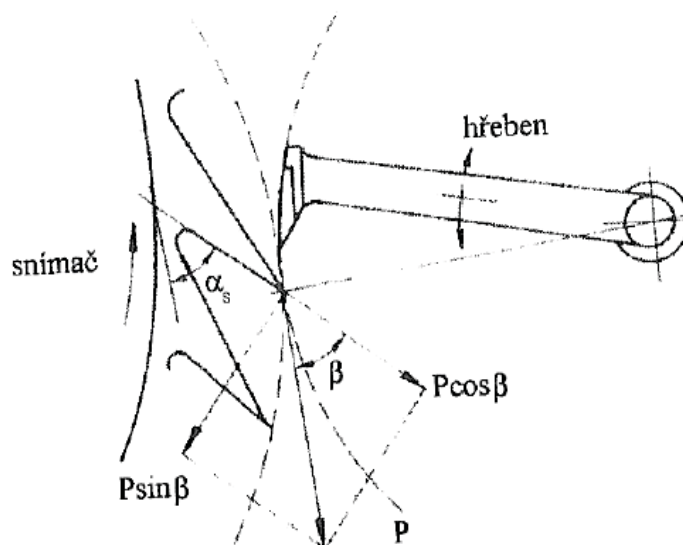


Obr. 11 – Poloha na powyčesání [15]

3.1.5 Snímací ústrojí (sčesávání pavučiny)

- **Hřebenové**

Sčesávací hřeben na obr. 12 je pilka, která snímá pavučinu po celé pracovní šířce snímače. Kmitavý pohyb sčesávajícího hřebene je uskutečněn pomocí hnacího mechanismu (kulisového, čtyřkloubového, popřípadě složitějších typů). [9]



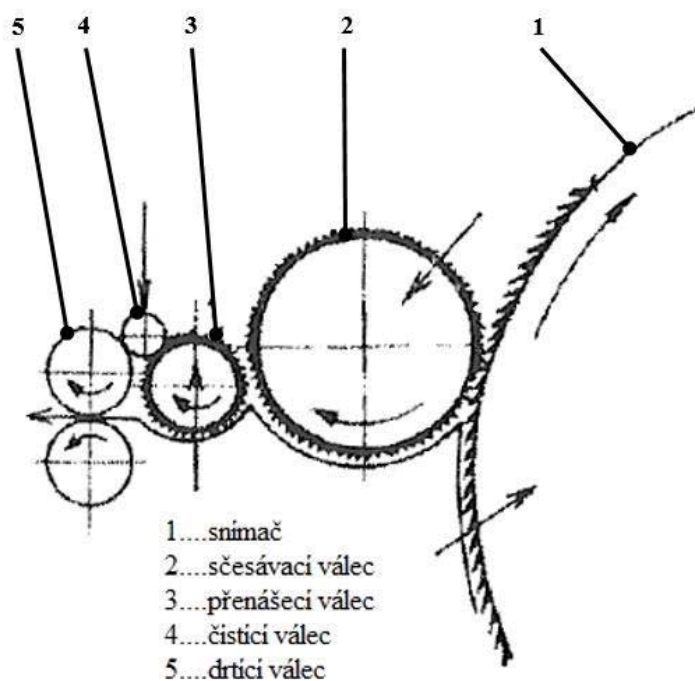
Obr. 12 - Působení snímacího hřebene [9]

Sčesávací hřeben má za úkol sčesat všechna vlákna, která se nachází na povlaku snímače. Vyšší obvodová rychlost snímače vyžaduje rychlejší kmitavý pohyb sčesávacího hřebene. Pavučina je soudržná, jestliže rychlost kmitů sčesávacího hřebene je nejméně o jednu třetinu vyšší než obvodová rychlost snímače. [16], [17]

Zvyšováním výkonů mykacích strojů vznikají problémy s možností dalšího potřebného zvyšování kmitočtů hřebene. Z tohoto důvodu se u moderních mykacích strojů setkáváme s válcovým snímacím ústrojím. [9]

- **Válcové (obr. 13)**

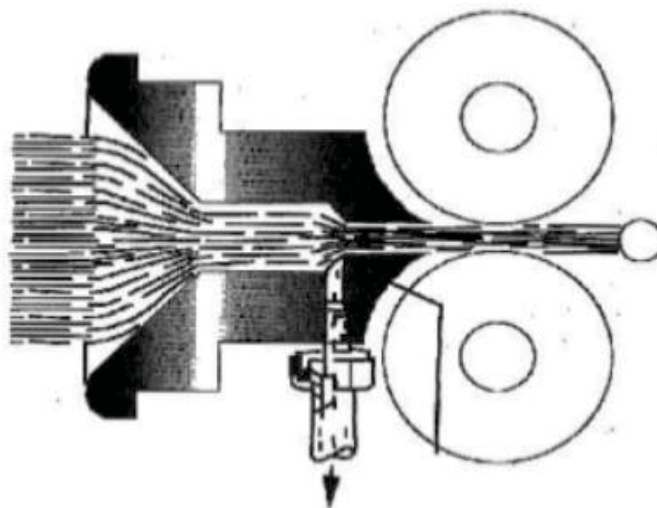
Uvedený druh snímače je navržen tak, aby odděloval pavučinu od hlavního válce. Umožňuje dosahovat vyšších rychlostí oproti snímání pomocí hřebene. Pohon snímacího válce je vázán na pohon rozvolňovacího válce.



Obr. 13 – Válcové snímací ústrojí [9]

3.1.6 Odváděcí ústrojí [14]

Pavučina se zaobluje v nálevkovitém zhušťovači (obr. 14), který pomáhá vyloučit z předíva zbytečný vzduch a zároveň napomáhá dosáhnout co nejmenšího průměru pramene.



Obr. 14 – Zhušťovač odváděcího ústrojí [20]

Velikost otvoru zhušťovače závisí na jemnosti pramenů. Při velikosti otvoru větším, než je doporučen, se zvyšuje nebezpečí výrobku nestejněmého pramene. Vhodně zvolený zhušťovač vylučuje z pramene hrubá místa tak, že tato místa neprojdou jeho otvorem a pramen se přetrhne.

Většina mykacích strojů má těsně za zhušťovačem umístěny dva lisovací válce. Ty mají za úkol vytahovat pramen ze zhušťovače a lisovat ho, aby bylo dosaženo co nejmenšího objemu pramene.

3.1.7 Kvalita mykání

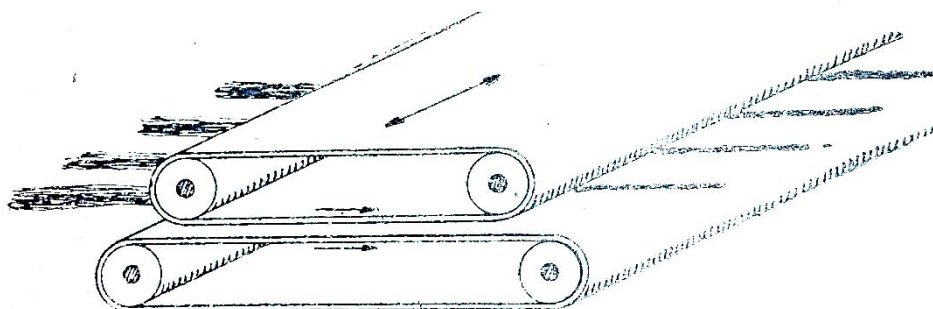
Pramen vycházející z mykacího stroje je ovlivňován kvalitou a vlastnostmi předkládaného vlákenného materiálu, jako např. délka, jemnost, zralost, barva, pevnost, obsah a druh nečistot, použitou aviváží u chemických vláken, úrovní přípravy materiálu před mykáním, konstrukčním řešením mykacího stroje, jakostí mykacího povlaku, strojním a technologickým seřízením stroje, vzájemným poměrem rychlosti, čištěním a údržbou stroje, optimální teplotou (22 – 24 °C) a vlhkostí (50 – 55 %). [15]

3.2 Výroba přástu

Tato část kapitoly slouží pro stručné popsání technologie výroby přástu. Část této technologie byla využita pro návrh zařízení na výrobu pramene z králíčí srsti, neboť při mykání králíčích vláken dochází ke ztrátě soudržnosti. Ztráta soudržnosti znemožňuje tvorbu pramene zmíněnou technologií mykání.

Přást se vyrábí na posledním stroji dvoustrojového nebo třístrojového mykacího složení. Pavučina, jež je snímána ze snímače, vstupuje do řemínkového rozdělovače. Ten má za úkol pavučinu rozdělit v určitý počet proužků a dopravit k zaoblovacímu stroji. Může být podle konstrukce kotoučový nebo drážkový. Zaoblovací stroj dodává přástu soudržnost a pevnost pomocí zaoblování.

Zpevňování přástů je provedeno technologií zaoblování, tzv. nepravým zákrutem. Toho se docílí tím, že kousky pavučiny vedou mezi dva rýhované nekonečné pásy. Ty mají jednak pohyb posuvný ve směru podélném, a rovněž pohyb vratný příčný (obr. 15). 16], [21]



Obr. 15 – Pásové zaoblovací ústrojí [16]

3.3 Zhodnocení technologií tvorby pramene pro zpracování králíčí srsti

Pro využití mykacích strojů za účelem zpracování králíčí srsti má podstatný vliv snímací ústrojí, které může být hřebenové nebo válcové (kap. 3.1.4). U válcového snímacího ústrojí se vyskytuje problém v nabalení králíčích vláken na snímací válec, což vede k přerušení operace snímání. Nabalení je způsobeno výraznou hladkostí králíčích vláken a jejich velmi malou schopností kadeření. Sčesávání králíčích vláken je možné pomocí hřebenového snímacího ústrojí, které je možné regulovat. Toto snímací ústrojí se vlivem výrazných rychlostí stroje dnes již nepoužívá u mykacích strojů pro zpracování bavlny.

Při využití vlnářských mykacích strojů s hřebenovým ústrojím pavučina z králíčích vláken ztrácí při odtahu vzájemnou soudržnost do 10 cm, poté dochází k jejímu roztržení. Z tohoto důvodu musí být vlnářský mykací stroj doplněn o další technologické uzly v podobě shrnovacího a zaoblovacího zařízení, díky nimž je umožněna tvorba pramene, a jež jsou součástí této diplomové práce.

4 Návrh základních zařízení pro zpracování králíčího pramene

Cílem této diplomové práce je vytvořit zařízení pro výrobu pramene z králíčích vláken, což je úkol, který doposud nebyl řešen. V kapitole 3 byly popsány známé způsoby výroby pramene bavlnářského a vlnářského typu, které je snahou využít pro technologii tvorby pramene z králíčí srsti. Pro popsání této technologie slouží tato kapitola.

4.1 Návrh technologického procesu

Kompletní zařízení pro zpracování pramene z králíčí srsti se skládá z několika dílčích zařízení. Ty jsou pro lepší pochopení koncepce blokově znázorněny na obrázku 16.



Obr. 16 - Schéma výrobního postupu (vlastní)

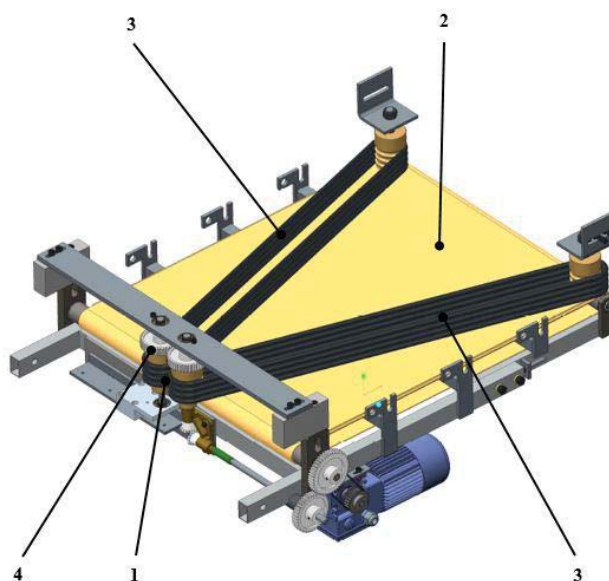
Připravený vláknenný materiál je dávkován do mykacího stroje (kap. 3), kde probíhá proces mykání s následným snímáním vláken sčesávajícím hřebenem. Z mykacího ústrojí vystupuje pavučina, která díky shrnovacím zařízením dostává určitou soudržnost a stává se z ní pramen, který však nemá dostatečnou pevnost. Takto vzniklý pramen je dále dopravován do zaoblovacího ústrojí, kde dochází ke vzniku tzv. nepravého zákrutu a zpevnění pramene s dostatečnou podélnou pevností. Všechny tyto uzly jsou navrženy tak, aby zařízení jako celek pracovalo co nejefektivněji.

4.1.1 Vstupní parametry

Vstupní parametry závisí především na parametrech mykacího stroje, který je průmyslově vyráběn. Firma Tonak a. s., pro kterou je tato diplomová práce zaměřena, těmito stroji již disponuje. Přímý konstrukční zásah do mykacího stroje by byl konstrukčně, technologicky a hlavně finančně náročný. Z tohoto důvodu udává použitý mykací stroj výchozí parametry pro shrnovací a zaoblovací zařízení. Mezi tyto parametry patří především rozměry v oblasti odtahu pavučiny z mykacího stroje a jeho odtahová rychlost.

4.1.2 Technologický postup shrnovacího zařízení

Shrnovací zařízení na obr. 17, navrženo Ing. Josefem Skřivánkem, Ph.D. na Katedře textilních a jednoúčelových strojů, je v této diplomové práci využito jako mezistupeň mezi mykacím strojem a zaoblovacím zařízením. Toto zařízení má za úkol dát pavučině vycházející z mykacího stroje určitou soudržnost a tedy umožnit tvorbu



Obr. 17 – Shrnovací zařízení (vlastní)

pramene. Takto vzniklý pramen nemá stále potřebnou podélnou pevnost, proto je třeba dopravovat textilní surovinu do zaoblovacího zařízení.

Soudržnosti pavučiny se dosahuje pomocí odváděcích válečků 1, které slouží jak pro zajištění odtahu, tak také pro dosažení určité pevnosti textilního materiálu. Pavučina z mykacího stroje je dopravována k odváděcím válečkům třemi pásy. Spodní pás je tvořen z nekonečného gumového pásu 2 a zajišťuje spodní odtah. Jelikož králičí pavučina má velmi malou soudržnost, muselo být shrnovací zařízení opatřeno i bočním vedením. Nicméně bylo zjištěno, že použití statických vodících ploch není dostatečné. Z tohoto důvodu je zařízení doplněno o boční pohyblivé vedení pomocí o-kroužků 3, jejichž hnací řemenice 4 je přímo součástí odváděcích válečků 1, a tím je zajištěn plynulý proces odtahu.

Důležitým technologickým parametrem shrnovacího zařízení je odváděcí rychlost, která je přímo závislá na odtahové rychlosti od snímače mykacího stroje a musí být s touto rychlostí sjednocená.

4.1.3 Návrh technologického procesu zaoblování

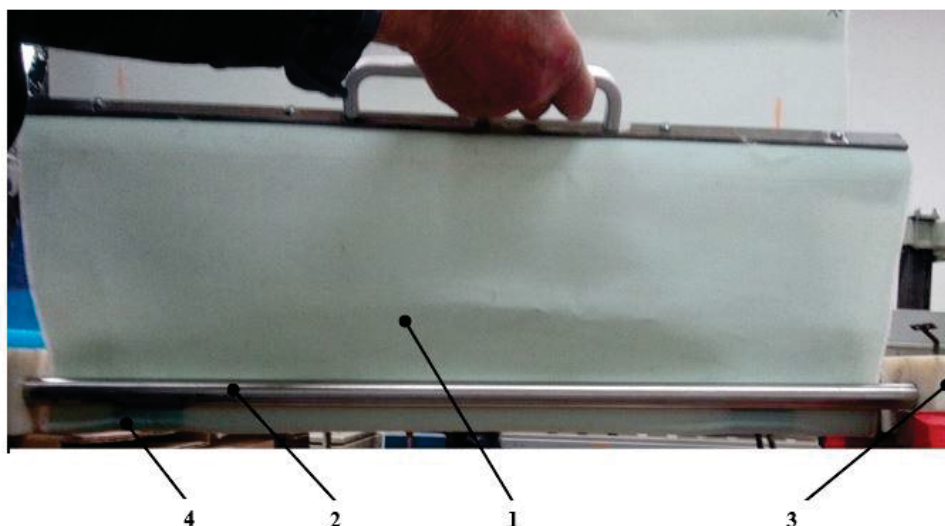
Úkolem zaoblovacího zařízení je dát vytvořenému pramenu potřebnou podélnou pevnost, díky čemuž je možné pramen z králičích vláken dopravovat z konve do pneumatvořiče. Činnou část zaoblovacího zařízení tvoří zaoblovací pásy, které jsou tvořeny dvěma nekonečnými rýhovanými pásy z pryžového materiálu. Pásy vykonávají dva pohyby: rotační a přímočarý vratný. Rotační pohyb zajišťuje odtah pramene. Přímočarý vratný pohyb slouží pro udělení potřebné podélné pevnosti procházejícího pramene.

Mezi hlavní technologické parametry zaoblovacího zařízení patří odtahová rychlost, velikost zdvihu zaoblovacího pásu, počet dvou zdvihů za sekundu a mezera mezi zaoblovacími pásy. Odtahová rychlost je přímo závislá na odtahové rychlosti shrnovacího zařízení a tím i rychlosti mykacího stroje.

Ke stanovení požadované velikosti a rychlosti zdvihu a dále požadované mezeře mezi pásy byl proveden pokus, který je zobrazen na obr. 18. Pás 1 je mezi dvěma čepy 2, které jsou uloženy v silonových pouzdrech 3. Pás má pod čepy uloženy dva válečky 4, tím dochází k zabránění vyjetí pásu a zároveň vytvoření dvou třecích ploch. Plnění králičím materiálem probíhá na rozloženém pásu, do kterého jsou vkládána dostatečně

rozvolněná vlákna. Po požadovaném naplnění jsou do pásu přiloženy dva válečky. Konce pásu s válečky jsou poté ohnuty k sobě tak, aby došlo k vytvoření dvou třecích ploch. Poté jsou pásy z obou stran podpírány čepy, které jsou zasunuty do silonových pouzder 3.

Tímto pokusem byl stanoven předpokládaný počet zdvihů, velikost těchto zdvihů a mezera mezi zaoblovacími pásy.



Obr. 18 – Ruční zaoblování (vlastní)

Výsledkem pokusu je králíčí pramen, který je zobrazen na obr. 19. Tento pramen byl následně vyzkoušen pro zásobení pneumatvořiče (kap. 2). Výsledek pokusu proběhl úspěšně.

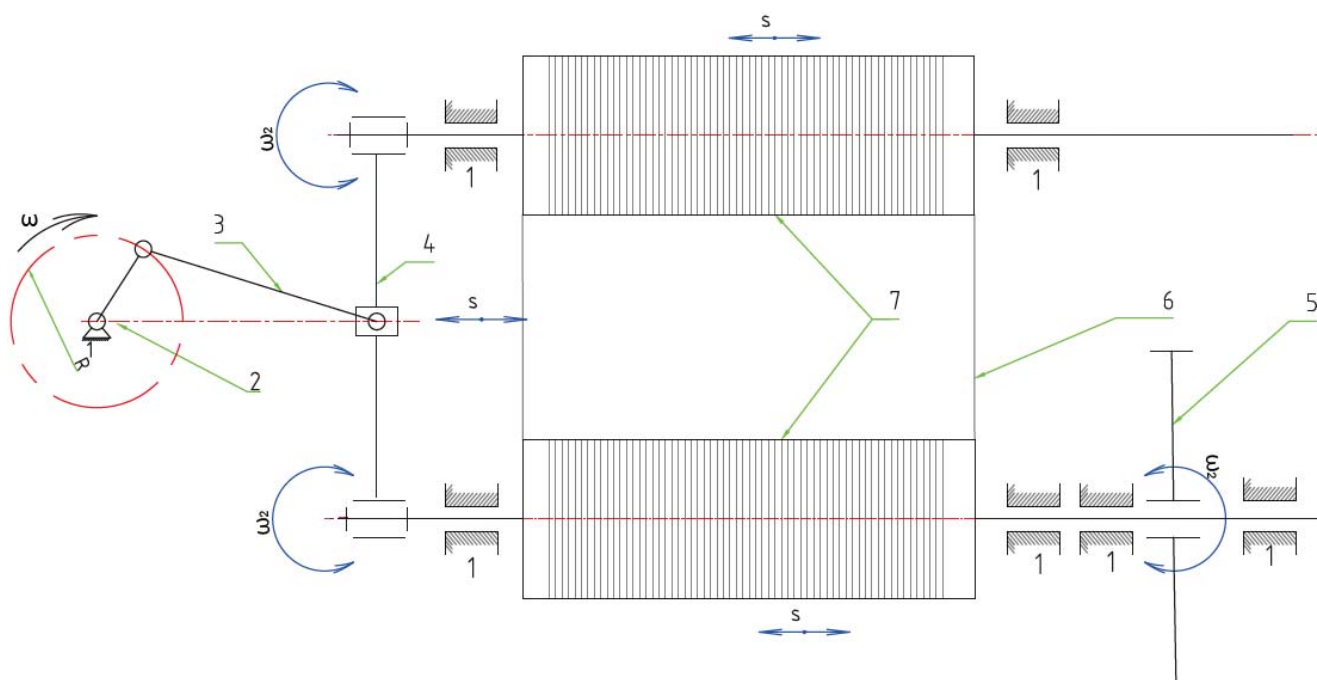


Obr. 19 -Pramen z králíčích vláken (vlastní)

4.2 Návrh zaoblovacího zařízení

Základem koncepce návrhu zaoblovacího zařízení je mechanický způsob řešení. Pro realizaci řešení bylo využito mechanismů pro axiální zdvih a rotaci zaoblovacích válců, aniž by bylo užito programovatelných servomechanismů. Pro mechanický způsob řešení zaoblovacího zařízení jsou využity dva pohony. První pohon pro axiální zdvih zaoblovacích válců a druhý pohon pro jejich rotaci.

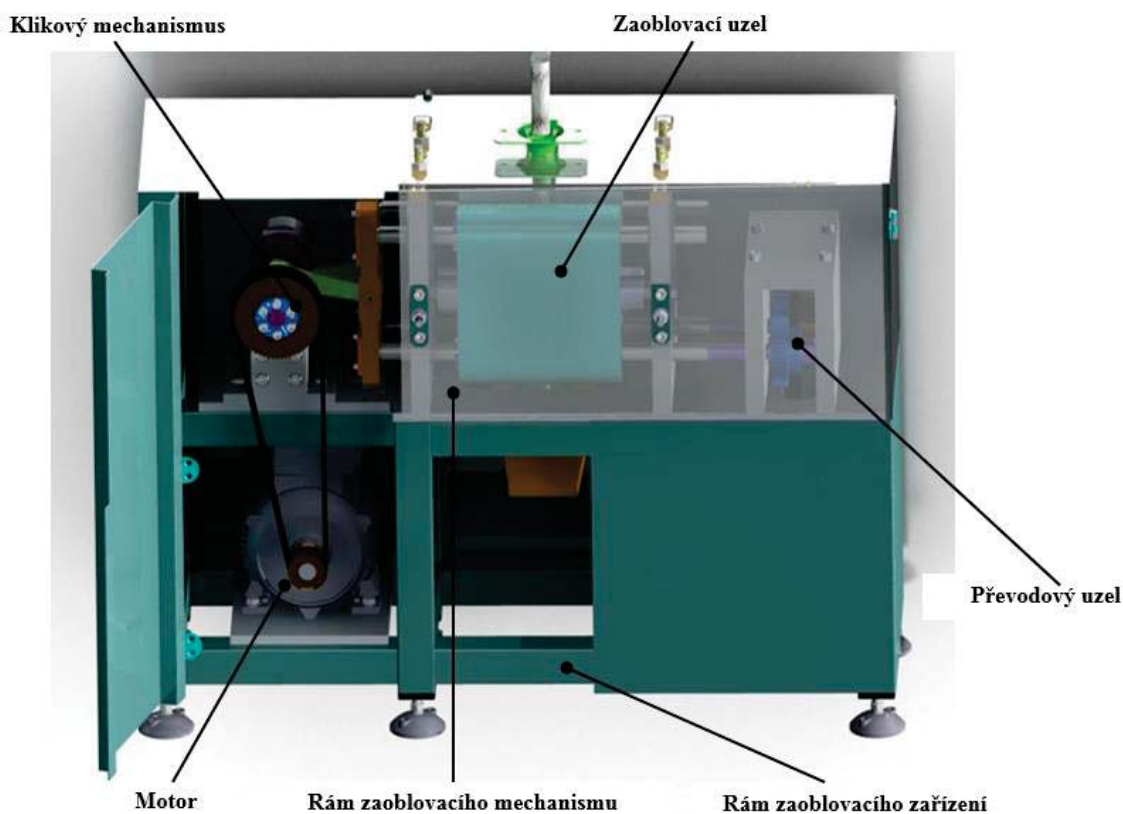
Kinematické schéma návrhu zaoblovacího zařízení je na obr. 20. Klinka klikového mechanismu 2 se otáčí konstantní úhlovou rychlostí ω a převádí pomocí ojnice 3 rotační pohyb na přímočarý vratný pohyb křížáku 4. Křížák 4 je na svých koncích rotačně spojen se zaoblovacími válci 5. Na pravé straně mechanismu je umístěna válcová vazba 6, která je pevně spojena s ozubeným kolem a řemenicí, čímž je zajištěn rotační pohyb válců konstantní úhlovou rychlostí ω_2 . Válce jsou vzájemně spojeny pomocí řemenového pásu 7. Celý mechanismus je posuvně uložen v rámu 1.



Obr. 20 – Schéma zaoblovacího zařízení (vlastní)

5 Konstrukce zaoblovacího zařízení

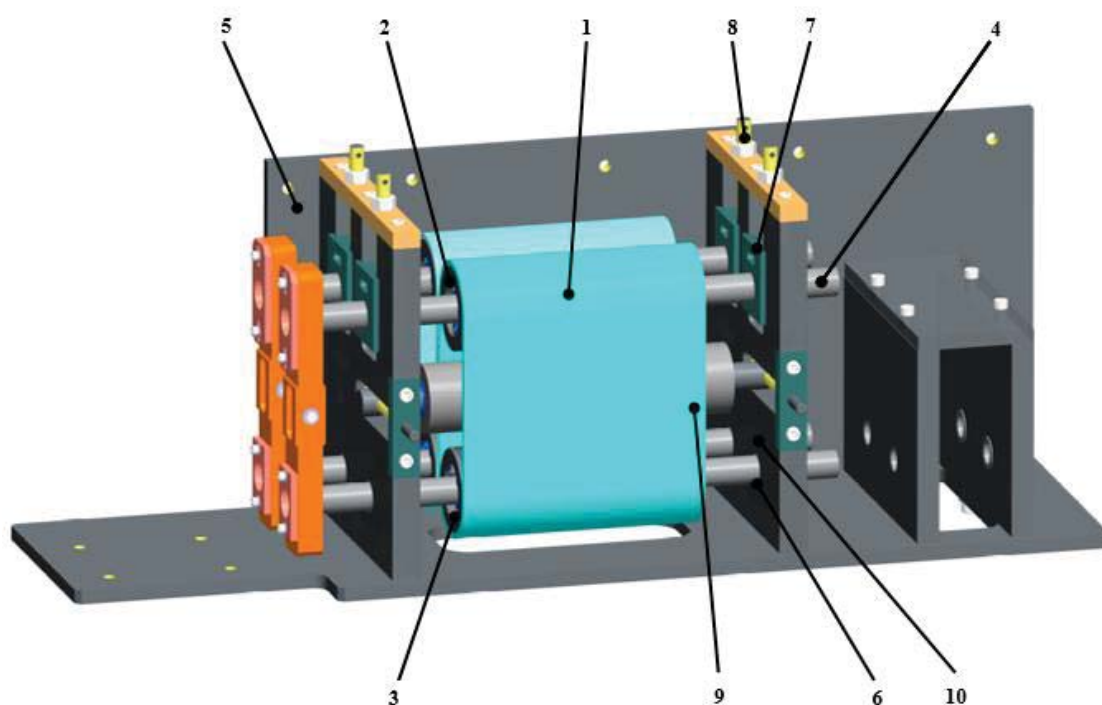
V této kapitole se diplomová práce zabývá výpočty a konstrukcí funkčního modelu zaoblovacího zařízení včetně volby jeho pohonů. Vývoj tohoto zařízení a samotné technologie způsobu zpracování králíčí srsti do formy pramene je nyní v prvopočátku, tudíž se jedná o koncepci funkčního modelu takového zařízení. Úkolem tohoto funkčního zařízení je ověřit zvolenou technologii tvorby pramene z králíčích vláken. Zaoblovací zařízení s sebou přináší různé konstrukční uzly, kterými je nutné se zaobírat. Jednotlivé konstrukční uzly jsou zpracovány pomocí CAD programu Creo 2.0 a jsou zobrazeny na obr. 21.



Obr. 21 – Zaoblovací zařízení (vlastní)

5.1 Konstrukce zaoblovacího uzle

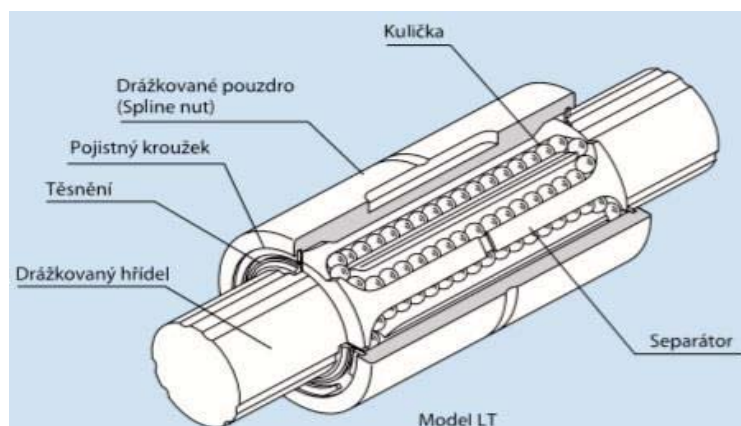
Činná část zaoblovacího zařízení, která je zobrazena na obr. 22, se skládá ze zaoblovacích pryžových pásů 1, které jsou uloženy na rýhovaných duralových válcích 2, čímž je zamezeno jejich axiálnímu posuvu. Velikost válců je volena na základě doporučení výrobce pryžových pásů. Válce jsou dále uloženy na hřídelích pomocí svěrných pouzder 3. Celá sestava zaoblovacích pásů je uložena přes hřídele 4 v hliníkovém šroubovaném rámu 5. V místech, kde při přímočarém vratném pohybu prochází hřídel otvory v rámu, jsou nalisována samomazná kluzná ložiska 6, která mají nízké tření a jsou vhodná pro lineární, kmitavé a rotační pohyby. Spodní válce jsou hnací (kap. 5.2.2) a horní napínací válce hnané. Napínací válce jsou uloženy v posuvných ložiskových tělesech 7 a přes napínací šrouby 8 jsou fixovány k rámu. Regulace přitlaku na průchozí vlákenný materiál je uskutečněna hladkým přitlačným válcem 9, který koná pouze rotační pohyb, jež je přenášen z hnacího válce přes zaoblovací pásy. Přitlačný válec je dostatečně široký, aby umožnil pokrýt celý zdvih zaoblovacího pásů. Přitlak válce je možné regulovat pomocí šroubového mechanismu 10. Spodní deska rámu obsahuje dva otvory, první z nich slouží pro odvedení textilního pramene a druhý pro spojení hnacího hřídele s motorem, jemuž se věnuje následující kapitola.



Obr. 22 – Konstrukce zaoblovacího uzle (vlastní)

5.2 Zajištění rotačního pohybu (převodový uzel)

Vyznamným požadavkem zaoblovacího zařízení je sjednocení dvou pohybů, přímočarého vratného a rotačního pohybu. Provázání těchto pohybů je uskutečněno pomocí lineárních vedení Ball spline, které je ukázáno na obr. 23.



Obr. 23 – Ball Spline [18]

Kuličky uložené v drážkovém pouzdře přenášejí točivý moment, zatímco vykonávají lineární pohyb v přesně zabroušených vodících dráhách na drážkovém hřídeli. Ball spline je konstruován na podávání vysokých výkonů v prostředí vystaveném rázovému zatížení, vibracím nebo v oblastech, kde je vyžadováno rychlé kinetické chování. [18]

5.2.1 Výpočet otáček zaoblovacích válců

Výpočet otáček zaoblovacích válců je důležitý pro dosažení konstantní rychlosti odvádění vlákenného materiálu. Tato rychlost se musí rovnat odtahové rychlosti mykacího stroje. Pokud by tyto rychlosti nebyly sjednocené, docházelo by k trhání vlákenné suroviny a tím k přerušení tvorby požadovaného pramene.

Tab. 1 Parametry pro výpočet otáček zaoblovacích pásů

Odtahová rychlost mykacího stroje:	$v_m = 170 \text{ [mm/s]}$
Poloměr válce R:	$R = 30 \text{ [mm]}$

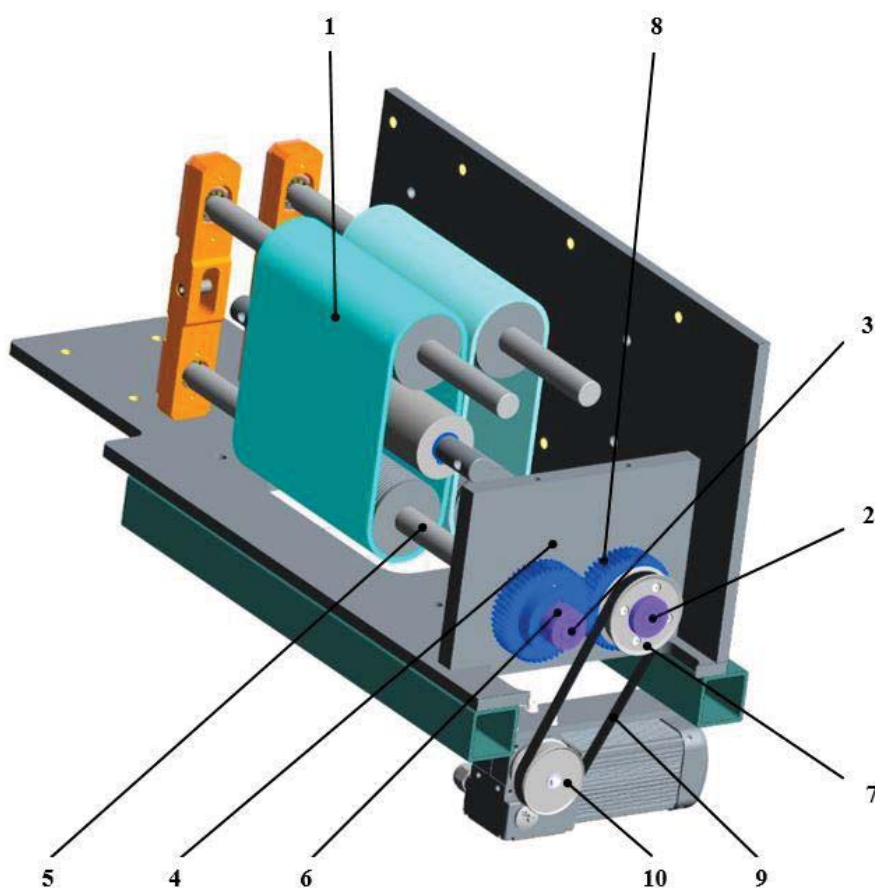
$$v_m = \omega \cdot R = 2\pi \cdot n \cdot R \quad (1)$$

Ze vztahu (1) lze dopočítat neznámou n .

$$n_2 = \frac{v_m}{2\pi \cdot R} = \frac{170}{2\pi \cdot 30} = 0,9 \left[\frac{\text{ot}}{\text{s}} \right] = 54,1 \left[\frac{\text{ot}}{\text{min}} \right] \quad (2)$$

5.2.2 Konstrukce převodového uzle

Na obr. 24 je zobrazen celkový CAD model mechanismu zajišťující rotační pohyb zaoblovacích válců 1. Hřídele 2 a 3 použitého mechanismu Ball spline jsou pomocí kluzných ložisek s přírubou uloženy v rámu 4 a na svých koncích mají osazení a závit, díky kterému jsou spojeny s hřídelem zaoblovacích válců 5. K zamezení uvolnění závitového spoje je použito lepeného spoje mezi hřídelem Ball spline a hřídelem zaoblovacích válců. Posuvy náboje Ball spline 6 jsou zachyceny mezi dvěma deskami rámu 4, kde se opírají o příruby kluzných pouzder. Na hnacím náboji mechanismu Ball spline 6 je pomocí těsného pera a stavěcího šroubu uložena řemenice 7 spolu s ozubeným kolem 8, se kterým je spojena pomocí čtyř šroubů pro dostatečné vyvození třecí síly. Mechanismus je rotačně poháněn asynchronním motorem 9 pomocí ozubené řemenice 10 přes řemen 10. Točivého momentu z hnací hřídele na hnanou je docíleno přes čelní ozubené soukolí 8.



Obr. 24 – Zajištění rotačního pohybu (vlastní)

5.2.3 Návrh pohonu pro rotační pohyb zaoblovacích pásů

Při návrhu rotačního pohonu se vychází z hlediska největšího zatížení, to nastává při rozběhu M_R . Při rozběhu soustavy se předpokládá rovnoměrný zrychlený pohyb všech pohybujících se částí z klidu do provozní rychlosti za dobu t . [19]

Motor musí překonávat moment na zrychlení rotačních hmot M_{zr} , moment na zrychlení posuvných hmot, který se v podstatě neprojeví a moment stálého zatížení. Tento moment je vzhledem k velmi nízkým hmotnostem textilního pramene a pryžovým pásům zanedbáván. Z těchto důvodů se při návrhu pohonu vychází pouze z momentu na zrychlení rotačních hmot.

Výpočet momentu na zrychlení rotačních hmot M_{zr}

$$M_R = M_{zr} = J_{red} \cdot \varepsilon_1 = J_{red} \cdot \frac{\omega_1}{t} \quad (3)$$

Kde	J_{red}	–	redukovaný moment setrvačnosti
	ε_1	–	úhlové zrychlení zaoblovacích pásů
	ω_1	–	úhlová rychlost hnacího hřídele
	t	–	čas rozběhu zaoblovacích pásů

Převod mezi motorem a hřídelí pohánějící zaoblovací válce

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow n_1 = n_2 \cdot \frac{r_2}{r_1} = 54,1 \cdot \frac{28,7}{25,5} = 60,9 \left[\frac{ot}{min} \right] \quad (4)$$

n_1	–	otáčky hnacího hřídele motoru
n_2	–	otáčky hnaného hřídele zaoblovacích válců
r_1	–	poloměr hnací řemenice
r_2	–	poloměr hnané řemenice

Výpočet redukovaného momentu setrvačnosti

$$\frac{1}{2} J_{red} \cdot \omega_1^2 = \frac{1}{2} J_f \cdot \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_{hc} \cdot \omega_2^2 + \frac{1}{2} J_{hnd} \cdot \omega_2^2 + J_{hnh} \cdot \omega_2^2 + \frac{1}{2} J_A \cdot \omega_1^2 \quad (5)$$

Kde	J_f	–	moment setrvačnosti řemenice
	J_{hc}	–	moment setrvačnosti hnací hřídele zaoblovacích válců

J_{hnd}	–	moment setrvačnosti dolní hnané hřídele zaoblovacích válců
J_{hnh}	–	moment setrvačnosti horních hnaných hřídelů zaoblovacích válců
J_A	–	moment setrvačnosti motoru
ω_1	–	úhlová rychlost hnací hřídele motoru
ω_2	–	úhlová rychlost řemenice zaoblovacích válců

Rovnice (5) je dále upravena a jsou do ni zahrnuty jednotlivé účinnosti dle použitého převodu.

$$J_{red} = (J_{\tilde{r}} + J_A) + (J_{hc} + J_{hnd} + 2 \cdot J_{hnh}) \frac{1}{\eta_1} \quad (6)$$

Kde η_1 – účinnost řemenového převodu

Určení momentu setrvačnosti jednotlivých částí rotačních částí

Pro výpočet momentu setrvačnosti byl využit software Creo 2.0, ve kterém byla vytvořena geometrie jednotlivých rotačních částí. Poté byl vypočten moment setrvačnosti k ose jejich rotace.

$$J_{hc} = 0,001139 [kg \cdot m^2]$$

$$J_{hnd} = 0,00106 [kg \cdot m^2]$$

$$J_{hnh} = 0,00063 [kg \cdot m^2]$$

$$J_{\tilde{r}} = 0,000029 [kg \cdot m^2]$$

$$\eta_1 = 0,8$$

Volba motoru zajišťující rotační pohyb zaoblovacích válců

Výpočet motoru je závislý na požadovaném čase pro dosažení nejvyšších provozních otáček, respektive na jeho zrychlení motoru. Požadované provozní otáčky zaoblovacích válců jsou stanoveny z výpočtu (2). Čas rozběhu byl stanoven na 0,2 s na základě doporučených hodnot výrobce motoru Minimotor.

Dosažením do rovnice (3) byla získána hodnota rozběhového momentu 0,15 Nm. Volba motoru závisí především na požadovaných výstupních otáčkách a kroutícím momentu. Na základě zjištěných parametrů volíme motor BC2000T o parametrech, které jsou zobrazeny v tabulce 2.

Tab. 2 Parametry motoru BC2000T

Výkon	20 [W]
Otáčky	62 [ot/min]
Krouticí moment	2,24 [Nm]
Moment setrvačnosti pohonu	10,89 [kg · mm ²]

5.3 Klikový mechanismus

Přímočarý vratný pohyb zaoblovacích válců je řešen centrickým dvouklikovým mechanismem, který umožňuje pohyb zaoblovacích válců, a zároveň posunutí fáze sousedních válců o 180°. Fázového posunu bylo dosaženo připojením ojnice na stejnou kliku klikového mechanismu, avšak na opačné straně od bodu otáčení.

5.3.1 Kinematika klikového mechanismu

Schéma klikového mechanismu je na obr. 25, na kterém jsou zobrazeny základní kinematické veličiny nezbytné pro popsání mechanismu kinematickými rovnicemi. Vstupní hodnoty, potřebné pro výpočet kinematiky mechanismu jsou v tabulce 3.

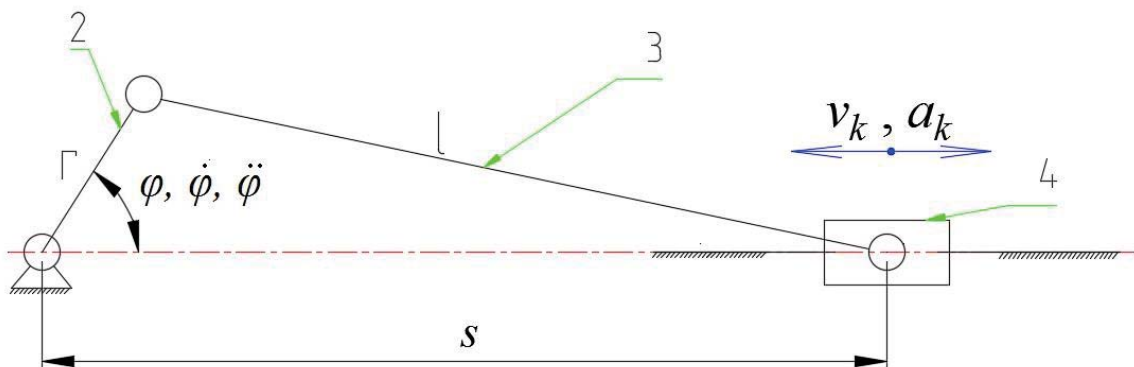
Tab. 3 Rozměrové parametry klikového mechanismu

Poloměr kliky – r	20 mm
Délka ojnice – l	100,25 mm
Uhlová rychlost kliky – ω_k	42 rad ⁻¹

Úkolem klikového mechanismu s klikou 2 o poloměru r , ojnicí 3 s délkou l a křížákem 4, je zajistit velikost posunutí, rychlost a zrychlení křížáku 4.

Poloha křížáku v závislosti na natočení kliky vychází z obr. 25 a lze popsat vztahem

$$s(\varphi) = r \cdot \cos(\varphi) + \sqrt{l^2 - r^2 \cdot \sin^2(\varphi)} \quad (8)$$



Obr. 25 – Schéma klikového mechanismu (vlastní)

Derivací zdvihové závislosti (8) podle φ se získá první převodová funkce μ_{24}

$$\mu_{24} = \frac{ds}{d\varphi} = -r \cdot \sin(\varphi) - \frac{r^2 \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\varphi)}{\sqrt{l^2 - r^2 \cdot \sin^2(\varphi)}} \quad (9)$$

Derivací první převodové funkce podle φ se dostane druhá převodová funkce v_{24}

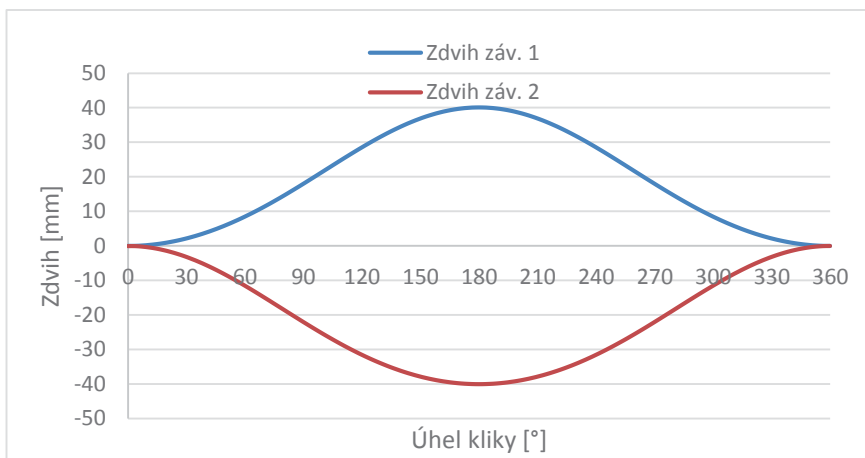
$$v_{24} = \frac{d^2s}{d\varphi^2} = -r \cdot \cos(\varphi) - \frac{r^2 l^2 (\cos^2(\varphi) - \sin^2(\varphi)) + r^4 (\sin^4(\varphi))}{\sqrt{(l^2 - r^2 \cdot \sin^2(\varphi))^3}} \quad (10)$$

Za pomoci převodových funkcí μ_{24} a v_{24} se získají kinematické veličiny rychlosti a zrychlení křížáku.

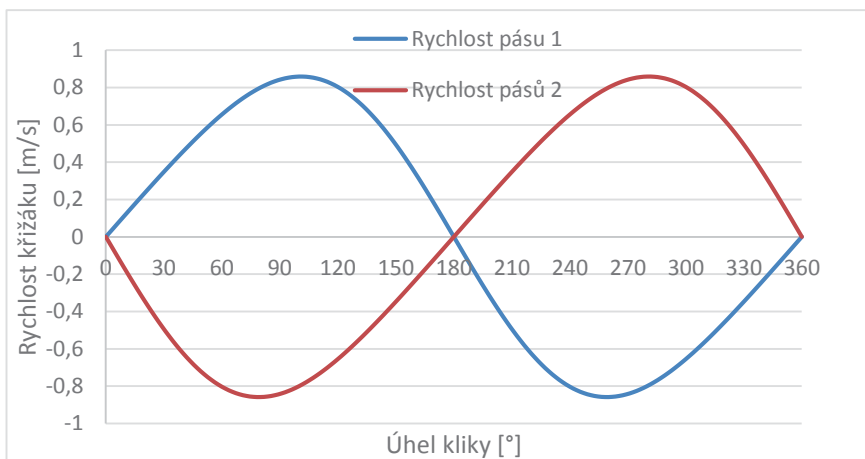
$$v_k = \mu_{24} \cdot \dot{\varphi} \quad (11)$$

$$a_k = v_{24} \cdot \dot{\varphi}^2 + \mu_{24} \cdot \ddot{\varphi} \quad (12)$$

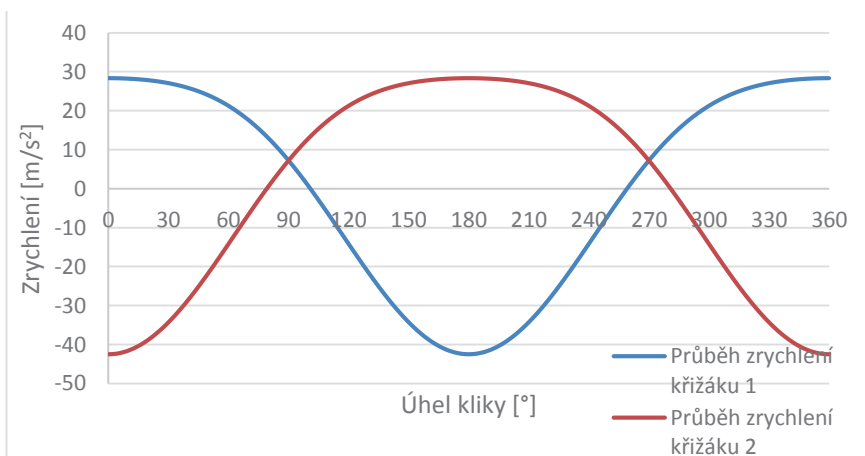
Dosažením do rovnic (8) až (12) se získají pro dvouklikový mechanismus jednotlivé průběhy kinematických veličin. Zdvih dvouklikového mechanismu je znázorněn v grafu na obr. 26, průběh rychlosti na obr. 27 a průběh zrychlení na obr. 28.



Obr. 26 – Zdvihová závislost dvouklikového mechanismu (vlastní)



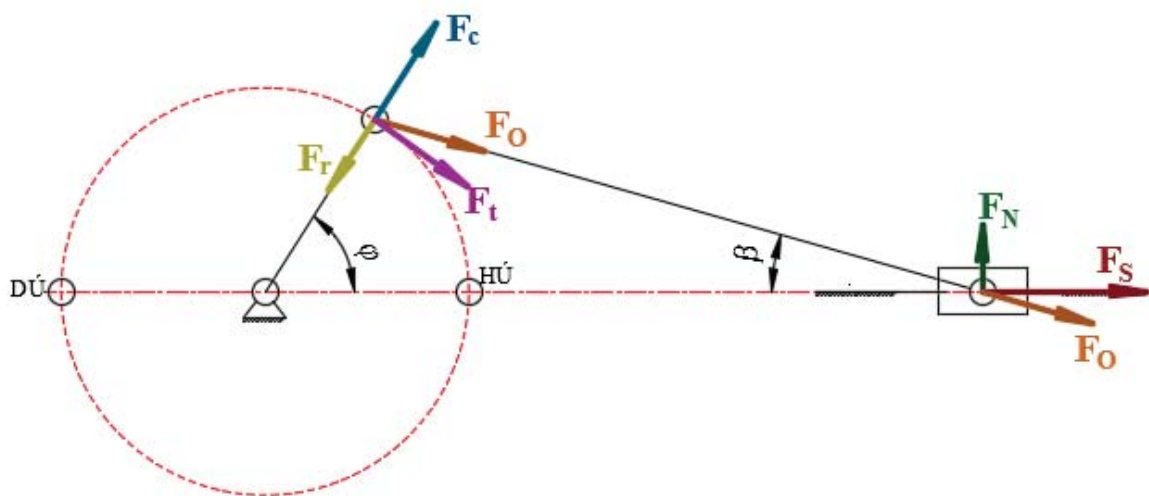
Obr. 27 – Průběh rychlosti zaoblovacích pásů (vlastní)



Obr. 28 – Průběh zrychlení křížáku (zaoblovacích pásů), (vlastní)

5.3.2 Dynamika klikového mechanismu

Síly, které působí v klikovém mechanismu, vznikají od setrvačných sil, které jsou způsobeny pohybem jednotlivých částí klikového mechanismu. Setrvačné síly dále rozdělujeme podle jejich vzniku – síly vzniklé od posuvných hmot (setrvačné síly od posuvných hmot) nebo síly vznikající vlivem rotujících částí klikového mechanismu (odstředivé síly). Rozklad působících sil v klikovém mechanismu je znázorněn na obr. 29



Obr. 29 – Síly působící v klikovém mechanismu (vlastní)

F_s – Setrvačná síla od posuvných hmot křížáku

F_c – Setrvačná síla od rotujících hmot

F_N – Síla kolmá na pohyb křížáku

F_o – Síla působící v ose ojnice

F_t – Tečná síla působící na klikový čep

F_r – Radiální síla působící na klikový čep

Pro uskutečnění výpočtu sil působících v klikovém mechanismu je potřeba znát hmotnosti jednotlivých částí klikového mechanismu. Tyto hmotnosti jsou u nakupovaných dílů odečteny z katalogů výrobců a u vyráběných dílů jsou zjištěny pomocí programu Creo 2.0. Třecí síly jsou z důvodu jejich složitosti stanovení zanedbány. Lze předpokládat, že tyto síly jsou nízké a neměly by zásadně ovlivňovat výpočet.

Setrvačná síla

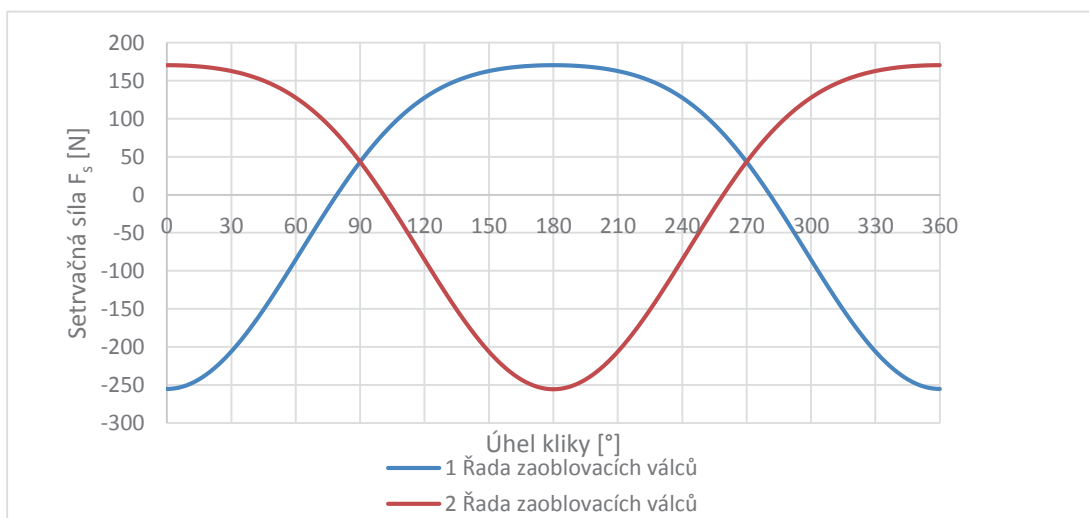
Odstředivá síla rotujících částí se vypočítá ze vztahu:

$$F_c = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad (13)$$

Setrvačná síla F_s vznikající od hmoty křížáku m_k (zaoblovacích válců) je dána vztahem:

$$F_s = m_k \cdot a_k \quad (14)$$

Na obr. 30 je zobrazen průběh setrvačných sil dvouklikového mechanismu působících na čep křížáku. Z grafu obr. 30 je patrné, že největší síly působící na ojnicí čep nastávají v jednotlivých úvratích dvouklikového mechanismu. Maximální síla pak nastává v horních úvratích a odpovídá 255 N.



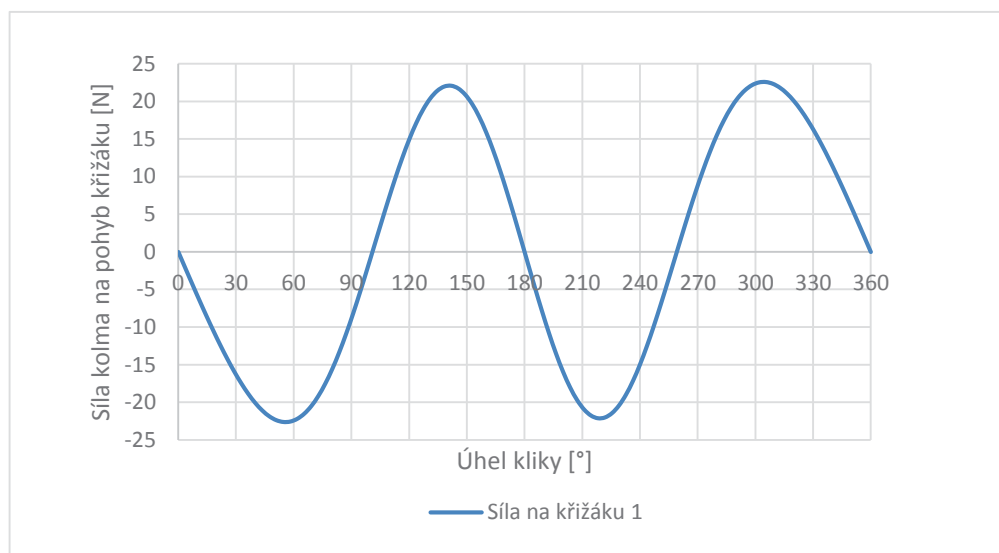
Obr. 30 – Síly působící na čep křížáku v ose válců (vlastní)

Síla kolmá na pohyb pístu

Síla kolmá na pohyb křížáku vzniká rozkladem síly F_s . Způsobuje klopný moment, který je přenášen do rámu. Nejvyšší síla F_n odpovídá 22 N.

$$F_N = F_s \cdot \tan \beta \quad (15)$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{r}{l} \cdot \sin(\varphi)\right) \quad (16)$$



Obr. 31 – Síla kolmá na pohyb křížáku

Síla přenášená ojnicí

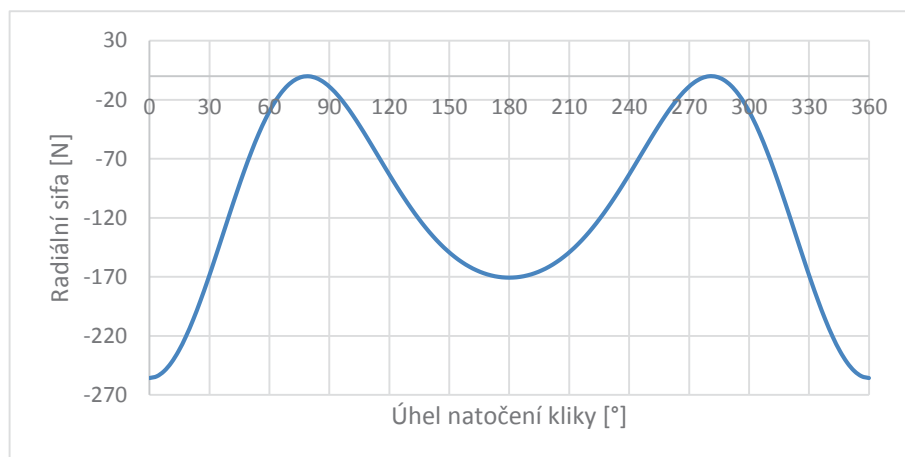
Síla přenášená ojnicí je vyvozena rozkladem síly F_s . Ojnice přenáší tuto sílu na klikový čep.

$$F_{o1} = \frac{F_s}{\cos(\beta)} \quad (17)$$

Síly působící na klikový čep

Radiální síla F_r , která působí na klikový čep je vyjádřena vztahem (18). Průběh této síly je zobrazen na obr. 32. Maximální hodnota odpovídá 260 N.

$$F_r = F \cdot \frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos(\beta)} \quad (18)$$

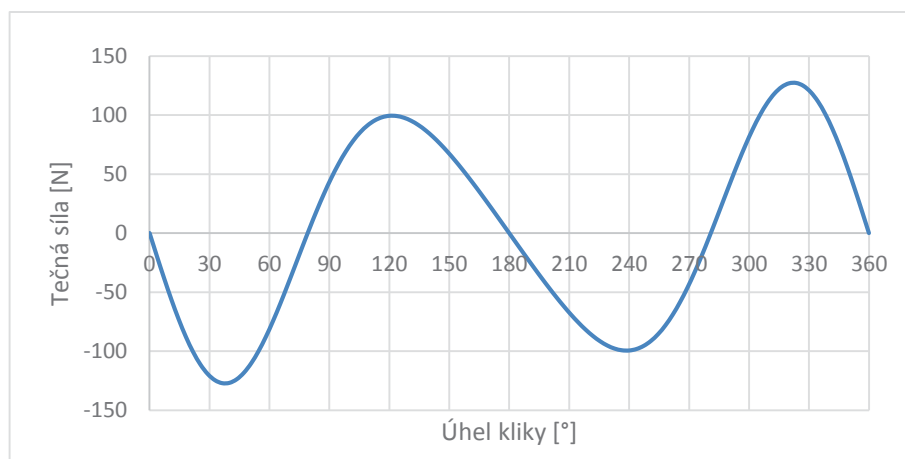


Obr. 32 – Radiální síla působící na klikový čep

Tečná síla působící na klikový čep

Tečná síla F_t působící na klikový čep, která určuje velikost a průběh točivého momentu M_t , je definována vztahem:

$$F_t = F \cdot \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos(\beta)} \quad (19)$$



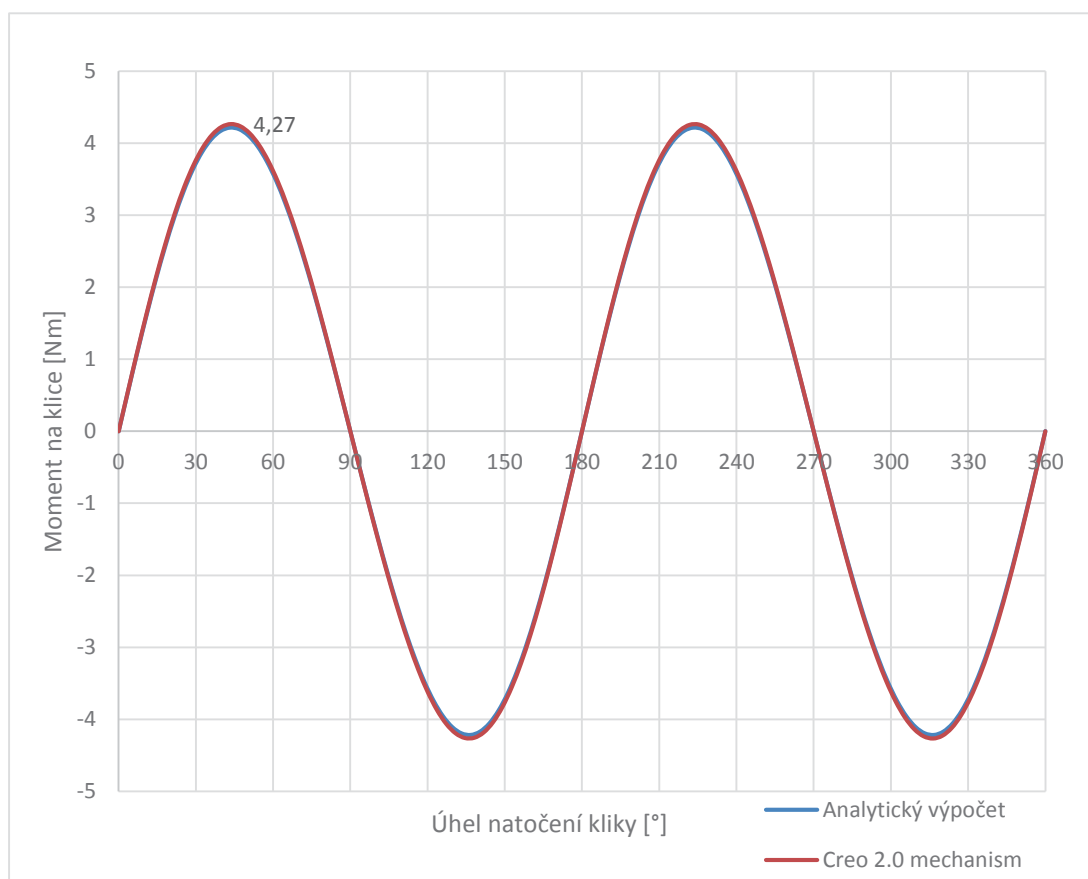
Obr. 33 – Průběh tečné síly působící na klikový čep

Výpočet točivého momentu

Výpočet točivého momentu na klice je obecně definován vztahem:

$$M_t = F \cdot \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos(\beta)} \cdot r = F_t \cdot r \quad (20)$$

V prostředí programu Creo Mechanism je možné získat přesný průběh točivého momentu dvouklikového mechanismu a tím ověřit správnost výpočtů. Na obr. 34 je porovnání analytického výpočtu točivého momentu s výpočtem v prostředí Creo Mechanism. Z grafu je patrné, že bylo dosažené vysoké shody analytických výsledků a výsledků získaných z matematických modelů. Nejvyšší hodnota spočteného momentu činí 4,27 Nm.



Obr. 34 – Průběh momentu na klice zaoblovacího mechanismu

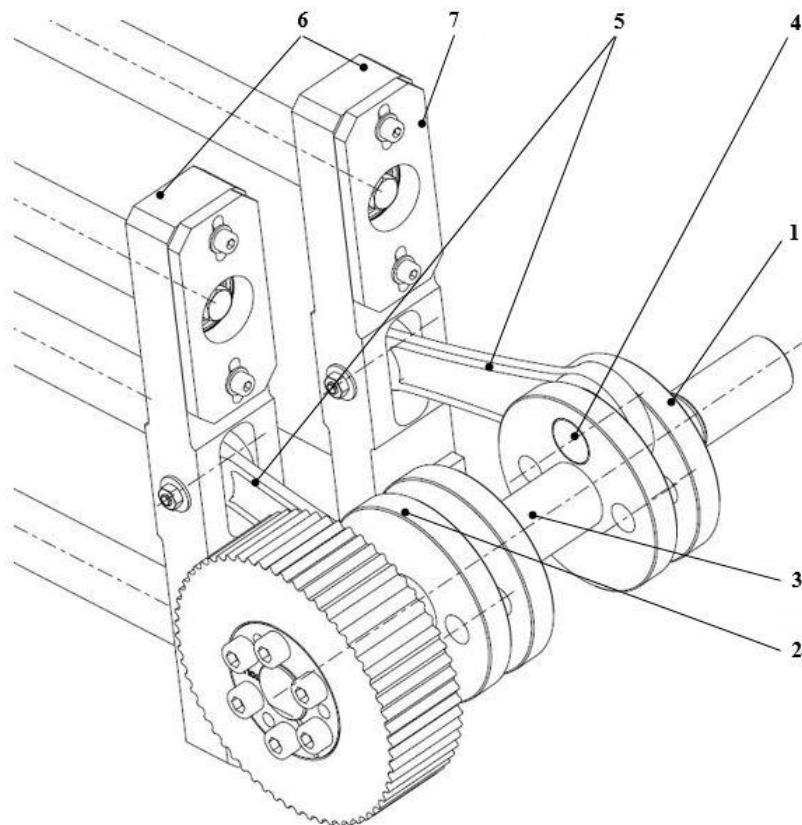
5.3.3 Konstrukce klikového mechanismu

Klikové ústrojí

Dvouklikový mechanismus se skládá z křížáku (vedení válců), ojnice a klikového hřídele. Na obr. 35 je zobrazen dvouklikový hřídel s ojnicí, který se skládá z pravého 1, levého 2 a prostředního setrvačnicku 3 a z klikových čepů 4. Oba čepy jsou vzájemně přesazeny o 180°. Tyto součásti jsou slisovány do jednoho celku. Před slisováním je mezi tyto části vložena ojnice.

Ojnice 5 spojuje přes vedení válců 6 zaoblovací válce s klikovým hřídelem. Horním okem prochází ojnicní čep a je v něm nalisováno bronzové pouzdro. Spodní oko se pohybuje na válečcích klikového čepu.

Vedení válců musí umožnit jak rotační pohyb hřídelů, tak také jejich přímočarý vratný pohyb. Toho je docíleno ložisky uloženými ve vedení, které jsou staženy k hřídeli pomocí šroubu a víčka 7. Horní víčko je tvořeno jako ložiskový domek, díky čemuž je umožněn jeho pohyb při napínání horních válců (kap 5.1). Spodní víčko je nepohyblivé. Ojnicní čep je zajištěn proti axiálnímu posunutí pomocí šroubu, podložky a matice.



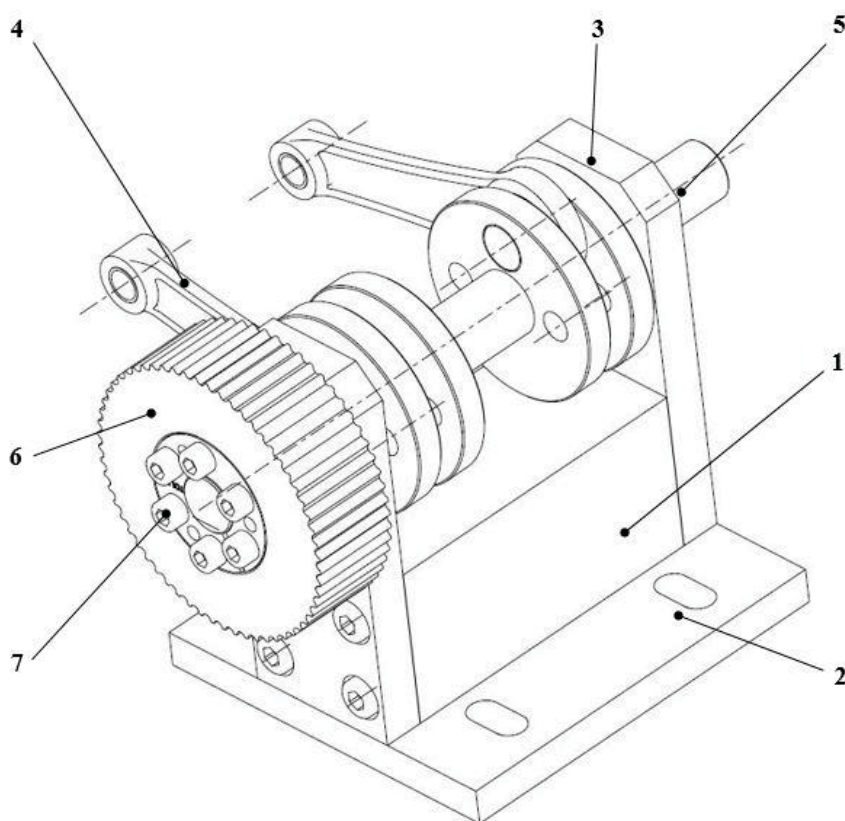
Obr. 35 – Klikové ústrojí

Klikový rám

Klikový rám je složen ze čtyř dílů – spodní desky 1, kostky 2 a dvou bočních desek 3 a 4. Spodní deska a kostka jsou k sobě sešroubovány pomocí imbusových šroubů s nízkou hlavou. Boční desky jsou sešroubovány ke kostce 2. Celý klikový rám je poté spojen pomocí šroubového spoje s rámem zaoblovacího mechanismu (kapitola 5.1).

V klikovém rámu je uloženo klikové ústrojí 5, které je popsáno výše. Klikový hřídel je uložen v klikové skříni na dvou kuličkových ložiskách. Jedno ložisko je axiálně vodící a zajišťuje hřídel v axiálním posunu vzhledem k tělesu, a přenáší tedy kromě radiální síly také axiální sílu. Druhé ložisko je axiálně volně posuvné ložisko, které vyrovnává axiální posunutí, ke kterým dochází v důsledku změny vzdálenosti mezi ložisky, a zároveň také vyrovnává součty rozměrových tolerancí dílů. Ty ovlivňují vzdálenost mezi dvěma ložisky.

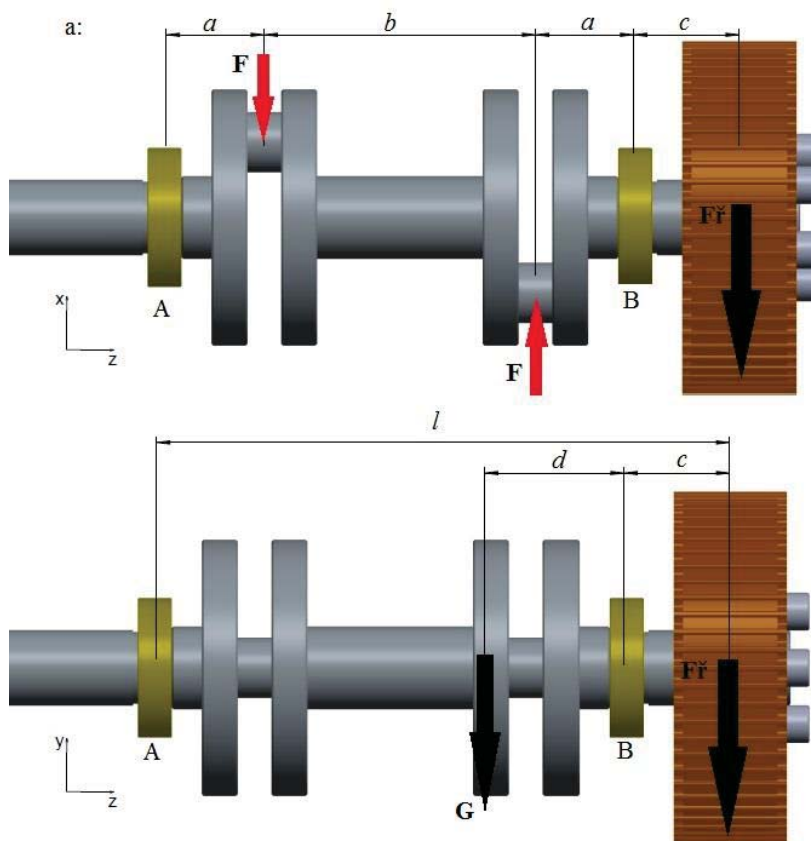
Na levém konci klikového hřídele je nasazena řemenice 6, která je zajištěna pomocí svěrného pouzdra 7. Řemenice 6 je spojena ozubeným řemenem s řemenicí motoru, čímž je zajištěn pohyb klikového mechanismu (viz kap. 5.3.4)



Obr. 36 – Rám klikového mechanismu

Výpočet uložení klikové hřídele

Na klikový hřídel (obr. 37) působí obvodová síla $F_{\check{r}}$ od ozubeného řemenice, gravitační síly a síly od ojnic F . Tyto síly působí ve dvou směrech, proto se i reakce v ložiskách počítají ve dvou směrech. Při výpočtu se uvažuje s nejvyššími silami, které na klikový hřídel působí. Pro uložení klikového hřídele byla použita kuličková ložiska 61904. Jejich potřebné hodnoty pro výpočet byly odečteny z katalogu.



Obr. 37 – Rozklad sil působící na klikový hřídel (vlastní)

Ložisko A

Reakce ve směru X

$$F_{\check{r}} = \frac{M_k}{r} = \frac{4,2}{0,046} = 91 \text{ N} \quad (21)$$

$$R_{Ax} = \frac{F \cdot (b + a) - F \cdot a - F_{\check{r}} \cdot c}{(2a + b)} = \frac{F \cdot b - F_{\check{r}} \cdot c}{(2a + b)} = \frac{255 \cdot 72 - 91 \cdot 28}{(124)} = 127,5 \text{ N} \quad (22)$$

$$R_{Ay} = \frac{G \cdot D - F_{\check{R}} \cdot c}{(1 - c)} = \frac{m \cdot g - F_{\check{R}} \cdot c}{(1 - c)} = \frac{2,5 \cdot 9,81 - 91 \cdot 28}{(124)} = -20,6 \text{ N} \quad (23)$$

Výsledná reakce ložiska A je:

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = 129 \text{ N} \quad (24)$$

Teoretická základní trvanlivost ložiska A je:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^P \cdot \frac{10^6}{60n} = 5514130.2 \text{ h} \quad (25)$$

Ložisko B

$$R_{Bx} = F - F - F_{\check{R}} - R_{Ax} = -218 \text{ N} \quad (26)$$

$$R_{By} = F_{\check{R}} + G - R_{Ay} = 135,425 \text{ N} \quad (27)$$

Výsledná reakce ložiska B je:

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = 256,4 \text{ N} \quad (28)$$

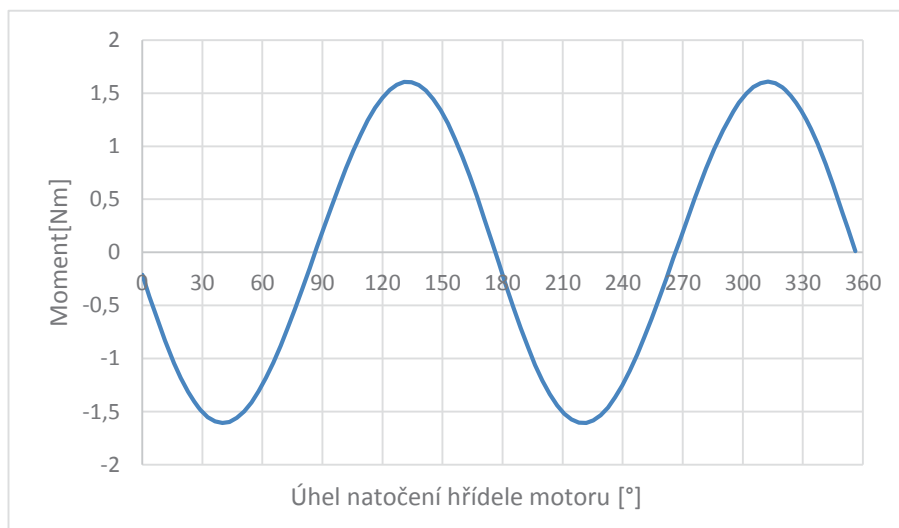
Teoretická základní trvanlivost ložiska B je:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^P \cdot \frac{10^6}{60n} = 641929.2 \text{ h} \quad (29)$$

Trvanlivost ložisek je vysoká. Ovšem ložiska jsou dána konstrukčními rozměry a vychází se ze standartní řady. Uložení klikového hřídele ve dvou kuličkových ložiscích 61904 dle teoretických výpočtu vyhovuje.

Volba pohonu zajišťující přímočarý vratný pohyb

Pro pohon klikového mechanismu byl zvolen asynchronní motor, který je jednoduchý a snadno regulovatelný. Motor je přes řemenový převod s převodovým poměrem ($i=2,65$) napojen na klikový mechanismus sloužící pro přímočarý vratný pohyb. Pomocí programu Creo Mechanism byl zjištěn potřebný hnací moment na hřídeli motoru. Průběh hnacího momentu je na obr. 38.



Obr. 38 – Průběh hnacího momentu na motoru (vlastní)

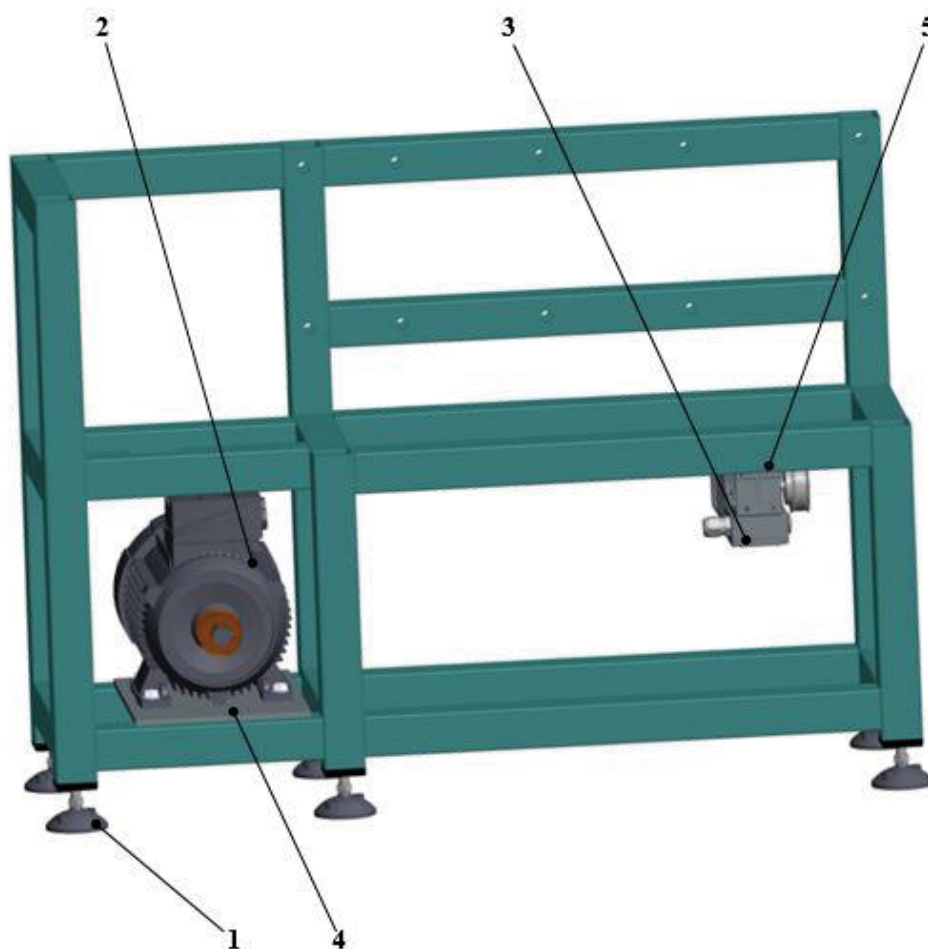
Na základě daných parametrů, hnacího momentu a otáček byl zvolen asynchronní motor Siemens 1LE1001-0DB32-2AA4. Motor dle technických parametrů (tab. 4) vyhovuje.

Tab. 4 Parametry asynchronního motoru Siemens

Výkon	0,75 [kW]
Otáčky	1440 [ot/min]
Krouticí moment	5 [Nm]

5.4 Rám zaoblovacího zařízení

Rám zaoblovacího zařízení zobrazený na obr. 39 se skládá z (jeklových) profilů 40 x 40 x 3 mm, které jsou navzájem spojeny svarovými spoji. Konstrukce rámu byla navržena tak, aby zajišťovala co nejlepší stabilitu a dobrou přístupnost pro nastavení zaoblovacího mechanismu. Celý rám je umístěn na stavitelných nohách 1 od firmy Essentra, které jsou připevněny do profilů pomocí jeklových záslepek. Motory 2 a 3 pohánějící mechanismus jsou připevněny k upínacím deskám 4 a 5. Ty mají vyfrézované drážky, které slouží pro připevnění motorů, a zároveň umožňují napínání řemenice. Na hřídelích motorů jsou nasunuty hnací řemenice, které jsou zajištěny použitím pera a stavěcího šroubu.



Obr. 39 – Rám zaoblovacího zařízení (vlastní)

6 Zhodnocení zaoblovacího zařízení a koncepce řešení technologické linky pro výrobu pramene

Tato kapitola slouží pro zhodnocení zaoblovacího zařízení a popsání koncepce konstrukčního řešení technologické linky pro výrobu pramene z králíčích vláken.

6.1 Zhodnocení

Na základě rešeršní části (kapitola 3) a navržené technologie výroby pramene (kapitola 4.1) byl proveden konstrukční návrh funkčního modelu zaoblovacího zařízení. Nejprve však musela být navřená technologie ověřena, neboť se výzkumem výroby pramene z králíčích vláken doposud nikdo nezabýval. Proto bylo vytvořeno zjednodušené zařízení určené k pokusu (kapitola 4.1.3), díky kterému byla úspěšně ověřena výroba pramene pomocí ručního zaoblování. Vyrobený pramen byl verifikován a také byla ověřena jeho funkčnost v zásobování pneumatoviče (kapitola 2), která proběhla úspěšně. Na základě provedeného pokusu byly stanoveny základní parametry zaoblovacího zařízení, a následně byl proveden návrh konstrukce tohoto zařízení (kapitola 5). Při návrhu konstrukce bylo využito programu Creo Mechanism pro provedení kinematických a dynamických analýz zařízení. Tyto analýzy byly poté porovnány s analytickým výpočtem. Provedené výpočty se lišily v nepatrných odchylkách.

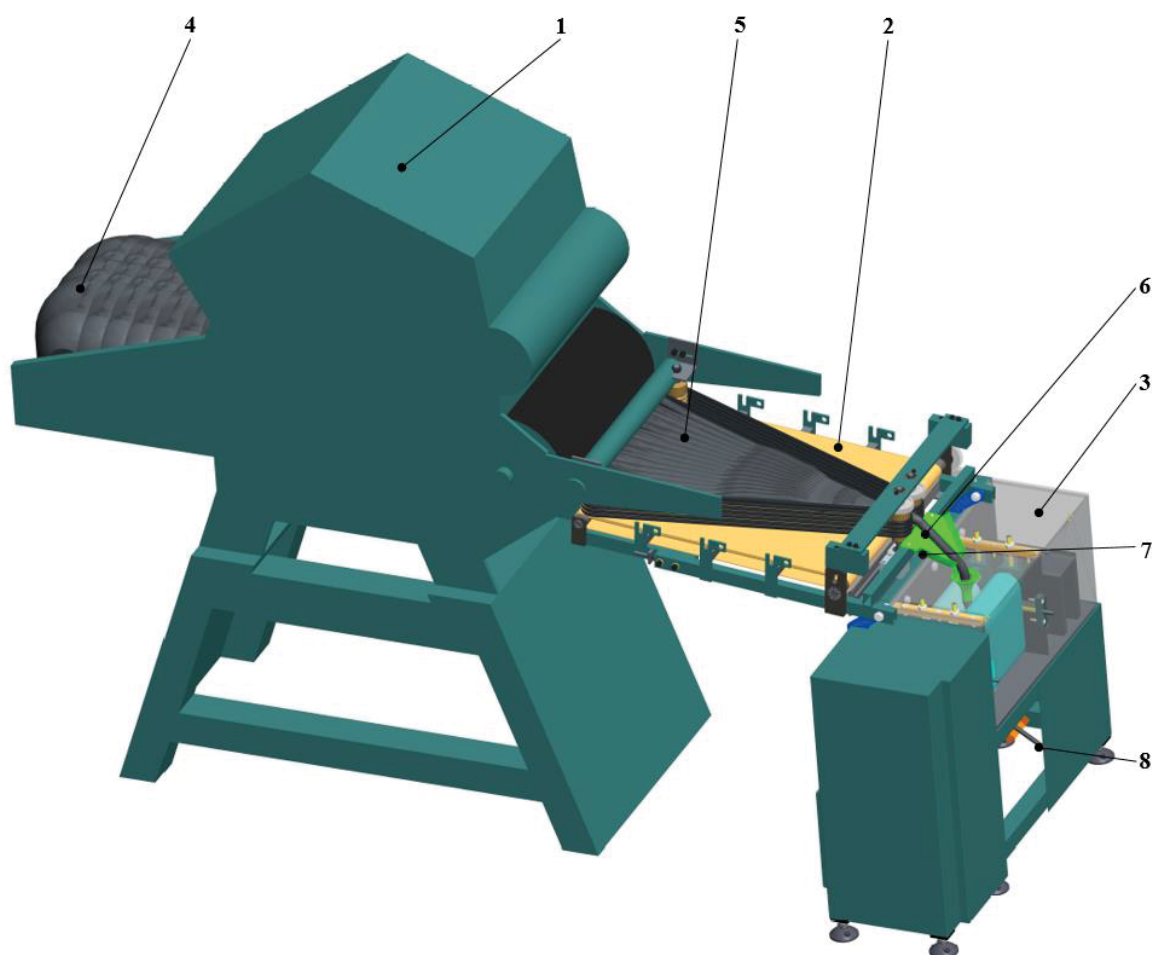
6.2 Koncepce technologické linky

Pro vytvoření technologické návaznosti jednotlivých zařízení využívaných při tvorbě pramene byla vytvořena koncepce výrobní linky. Ta však není předmětem této diplomové práce, ale úzce souvisí s výrobou pramene.

Výrobní linku tvoří soustava třech propojených zařízení tvořící jednotný celek výrobní linky. Linka obsahuje mykací stroj, shrnovací zařízení a zaoblovací zařízení. Jednotlivá zařízení jsou vybavena vlastními pohony. Ty jsou navrženy tak, aby linka umožňovala kontinuální proces výroby pramene. Na základě vstupních parametrů mykacího stroje byly provedeny výpočty rychlostí jednotlivých zařízení, a s nimi i rychlost linky.

Při návrhu koncepce výrobní linky bylo cílem vytvořit jednoduchou a spolehlivou konstrukci. Linka zobrazena na obr. 40 je složena z mykacího stroje 1, shrnovacího zařízení 2 a zaoblovacího zařízení 3 (viz kapitola 4.1.2 a 4.2). Jednotlivá zařízení jsou

konstruována tak, aby na sebe navazovala v co nejkratším sledu a umožňovala co nejjednodušší propojení a snadnou manipulaci. Vzhledem k bezpečnosti jsou riziková pohyblivá místa zejména u zaoblovacího zařízení kryta plechem a polykarbonátovými deskami. Polykarbonátové desky umožňují monitoring toku vlákenného materiálu. Popis postupu materiálu v zařízení je znázorněn na obr. 40. Rozvolněný vlákenný materiál 4 vstupuje do mykacího zařízení, kde z něho procesem mykání (kap. 3) vzniká pavučina 5. Ta je shrnovacím zařízením (kap. 4.1.2) shrnuta do soudržného tvaru 6 a následně je odváděcím ústrojím 7 přivedena do zaoblovacího zařízení (kap. 4.1.3 – 5.4). Ze zaoblovacího zařízení již vystupuje hotový pramen 8, který je možný ukládat do konve sloužící ke skladování.



Obr. 40 – Koncepce řešení technologické linky pro zpracování pramene z králíčích vláken (vlastní)

7 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvoření konstrukčního návrhu zařízení, které bude sloužit pro výrobu pramene z králíčích vláken. Zařízení bylo navrženo jako funkční model budoucího stroje pro výrobu.

Úvod práce popisuje technologicky komplikovanou výrobu kloboučnických polotovarů. Dále je popsán nový způsob možné výroby polotovarů pomocí pneumatoviče, který je závislý na dodání králíčího materiálu ve formě pramene. V rešeršní části diplomové práce byly popsány dosavadní způsoby tvorby pramene pomocí mykacích strojů. Uvedené způsoby výroby byly v závěru zhodnoceny a byla posouzena jejich vhodnost pro zpracování pramene z králíčích vláken.

Praktická část práce slouží k návrhu a následnému konstrukčnímu řešení zaoblovacího zařízení. V úvodu praktické části byl navržen technologický proces výroby pramene, na jehož základě byla ověřena možná tvorba pramene pomocí zjednodušeného pokusu. V celkovém návrhu zařízení byly zohledněny parametry mykacího stroje, který je nezbytnou součástí procesu výroby pramene. V konstrukci zaoblovacího zařízení bylo využito spřažení dvou pohybů – rotačního a přímočarého vratného pohybu válců. Řešení využívá klikového mechanismu k realizaci přímočarého vratného pohybu a vedení ball spline od firmy THK pro realizaci rotačního pohybu. Zařízení využívá k realizaci pohybu soustavy dvou asynchronních motorů. V prostředí Creo 2.0 Parametric a Mechanism byly zpracovány výpočtové modely, na kterých byly provedeny kinematické a dynamické analýzy. Tyto analýzy byly následně porovnány s analytickými výpočty a byly využity při návrhu pohonů a ložisek. V závěru práce byla navržena ideová koncepce výrobní linky, která není předmětem zadání diplomové práce.

V rámci konstrukce funkčního modelu zaoblovacího zařízení byla zpracována výkresová dokumentace. Výrobu konstrukce zaoblovacího zařízení se bohužel kvůli vyčerpání výrobní kapacity katedry nepodařilo do doby výtisku této práce realizovat.

Hlavním přínosem této práce je nová možnost zpracování králíčích vláken do formy pramene, díky které bude umožněna efektivnější a jednodušší výroba klobouků. V případě úspěšné realizace navržené technologie lze přispět ke zvýšení prestiže a konkurenceschopnosti výroby kloboučnických polotovarů.

8 Zdroje

- [1] Tonak: profil společnosti [online]. [cit. 06. 01. 2018].
Dostupné z: URL: <http://www.tonak.cz/profil-spolecnosti>
- [2] Recmanová P – Laser v úpravě plstěných výrobků. Diplomová práce, Fakulta textilní Technické Univerzity v Liberci, 2016, Liberec
- [3] MILITKÝ, Jiří. Textilní vlákna: klasická a speciální. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002, s. 180-250. ISBN 80-708-3644-X.
- [4] Strnad M – Konstrukce základního ústrojí plstěcího stroje, Diplomová práce, Fakulta strojní Technické Univerzity v Liberci, 2016, Liberec.
- [5] [Online]
URL: <http://www.guffoo.cz/textil-tul/index.php?nid=2634&lid=cs&oid=305069>
[cit. 13. 02. 2018]
- [6] Militký J., Textilní vlákna: klasická a speciální. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007, s. 420-425. ISBN 978-80-7372-169-5
- [7] Louda O – Popularizace a propagace textilní výroby v Čechách – výroba klobouků firmy Tonak, a.s., Bakalářská práce, Fakulta textilní Technické Univerzity v Liberci, 2017, Liberec
- [8] Jirsák O., Kalinová K.: Netkané textilie. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2003, s. 129. ISBN 80-708-3746-2
- [9] Ursíny P.: Předání 1, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2006, s. 103 - 131. ISBN 80-7372-077-9
- [10] Dostálová M.: Základy textilní a oděvní výroby, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2004. ISBN 80-7083-831-0
- [11] Ursíny P.: Spřádání vlnařským způsobem, Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, Liberec 1987, s. 60 – 223, ISBN 55-811-87
- [12] Katalog firmy Truetzschler: webové stránky Truetzschler, [online] URL: <http://pdf.directindustry.com/pdf/truetzschler-133297.html> [cit. 08. 03. 2018]

- [13] Katalog firmy Rieter: webové stránky Rieter. [online] URL: <http://www.rieter.com/en/machines-systems/> , [cit. 11. 03. 2018]
- [14] Jankovský J.: Technologie přádelnictví, Nakladatelství technické literatury, Praha 1981, s 13 – 150, 342 – 354, 04-822-81
- [15] Mazánková L. – Měření na laboratorním víčkovém mykacím stroji, Bakalářská práce, Fakulta textilní Technické Univerzity v Liberci, 2007, Liberec
- [16] Fučík F.: Theorie a praxe spřádání, I. Díl, Průmyslové vydavatelství Praha, Praha 1951, s. 207-230, 500 - 702
- [18] THK Ball spline series: webové stránky firmy THK. [online] URL: https://tech.thk.com/upload/catalog_claim/pdf/381E_BallSplineSeries.pdf, [cit. 23.02.2018]
- [19] Stehlík J.: Dopravníky, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2004, ISBN 80-7083-888-4
- [20] [Online]
URL: <https://www.slideshare.net/prafullnik/yarn-manufacturing-process-carding>
[cit. 11. 04. 2018]
- [21] [Online]
URL: <http://www.skolertextilu.cz/elearning/356/zaklady-textilnich-technologiei/technologie- predeni/Predpradani.html>
[cit. 13. 03. 2018]
- [22] Pešík L.: Části strojů: stručný přehled. Díl 2, Technická univerzita v Liberci, Liberec 2005, ISBN 80-7083-608-3
- [23] Juliš, K., Brepta, R.: Mechanika I. Díl. Statika a kinematika. Technický průvodce 65. SNTL Praha 1985
- [24] BRÁT, V. – JÁČ, V. – ROSENBERG, J.: Kinematika, SNTL/ALFA, Praha 1987,. ISBN 04-224-87
- [25] CHARVÁT, J. – Teorie mechanismu, Fakulta strojní, Liberec 1970,

Seznam příloh

CD – ROM

Výkresová dokumentace